

**DOSIS PIEL DE RADIACIÓN EN PACIENTES Y PERSONAL DE LA SALUD EN  
UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS DE LA CIUDAD DE PEREIRA –  
RISARALDA, COLOMBIA.**

**CARMEN LORENA GÓMEZ VANEGAS.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA  
CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO PEREIRA**

**2020**

**DOSIS PIEL DE RADIACIÓN EN PACIENTES Y PERSONAL DE LA SALUD EN  
UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS DE LA CIUDAD DE PEREIRA –  
RISARALDA, COLOMBIA.**

**CARMEN LORENA GÓMEZ VANEGAS.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo**

**Asesores    Álvaro Ardila Otero, MD    Médico Especialista en Cuidado  
Intensivo Especialista en alta gerencia Profesor del programa de Medicina  
Crítica Y Cuidado Intensivo**

**Hernando García, MD    Médico Especialista en Medicina Crítica Y Cuidado  
Intensivo Especialista en Epidemiología**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA  
CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO PEREIRA**

**2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

FIRMA DE DIRECTOR

---

FIRMA JURADO

---

FIRMA JURADO

Pereira, 8 de septiembre de 2020

## AGRADECIMIENTOS.

Al que todo lo puede y lo ha hecho posible, al que guía mis pasos, A Dios Todopoderoso cuya mano nunca se ha acortado.

A Carmen y Luis Miguel, ***mis padres***, el motor de mi vida, por su entrega y su espera, por sus rodillas y cada oración, por levantar mis brazos, por ocupar mi lugar mientras yo luchaba por alcanzar mis sueños.

A Miguelito, por prestarme su tiempo, por cada abrazo y cada beso que me animó en el camino a seguir adelante, a no bajar la cabeza y me impulsó a alcanzar la meta.

A mi esposo, por el apoyo incondicional, por comprender la ausencia, por motivarme día tras día, por cada oración y cada palabra de aliento.

A Johana y Mauricio Suárez, ***mis pastores***, por enseñarme el valor de la espera, por creer en mí y en mis sueños. Por hacer tuyas mis luchas.

Al doctor Ardila, por siempre creer en mí, en este proyecto, por todas sus enseñanzas, por guiarme en este proceso y al doctor Hernando García, mis asesores y amigos, por toda la colaboración.

Al doctor Juan Carlos Cobo, coordinador de UCI clínica Comfamiliar y Clínica San Rafael, por creer en este proyecto, por el apoyo incondicional, por sus enseñanzas, por hacerlo posible.

Al doctor Carlos Marulanda, coordinador UCI Hospital San Jorge por permitir la realización de este estudio en su institución.

A Todo el personal asistencial y administrativo de Clínica Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares, por toda la colaboración brindada.

A mis profesores y compañeros.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>19</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS PREVIOS .....</b>	<b>21</b>
3.2. HISTORIA DE LA RADIACIÓN.....	22
3.3. CLASIFICACIÓN DE LA RADICACIÓN.....	24
3.4. MAGNITUDES DE MEDIDAS.....	25
3.5. TIPOS DE EXPOSICIÓN.....	26
3.6. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTE .....	27
3.6.1. MODO DE ACCIÓN.....	28
3.6.2. EFECTOS SOBRE LOS TEJIDOS .....	28
3.7. USO CLÍNICO DE RADIACIONES IONIZANTES Y SUS EFECTOS.....	32
3.8. DOSIMETRÍA .....	37
3.9. MARCO GEOGRÁFICO Y POBLACIONAL.....	38

3.10. MARCO BIOÉTICO .....	38
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1. TIPO DE ESTUDIO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3. POBLACIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>4.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>4.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>4.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>4.6.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>42</b>
<b>4.7. ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>44</b>
<b>5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>6. DISCUSIÓN .....</b>	<b>80</b>
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>82</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>

## LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cánceres Producidos Por Radiación.....	28
Tabla 2. Efectos Agudos De La Radiación Ionizante.....	29
Tabla 3. Efectos Crónicos Ante La Exposición De Radiación Ionizante.....	30
Tabla 4. Procedimientos Por Región Con Dosis De Radiación Efectiva En Paciente Comparable Con Radiación Natural.....	33
Tabla 5. Límite De Dosis Individuales.....	36
Tabla 6. Operacionalización De Las Variables.....	40
Tabla 7. Edad Promedio De Personal Asistencial.....	43
Tabla 8. Rango De Edad Promedio De Personal Asistencial .....	43
Tabla 9. Sexo De Personal Asistencial.....	44
Tabla 10. Distribución De Cargos En Personal Asistencial.....	45
Tabla 11. Promedio De Horas Laboradas Al Mes Y En Tres Meses.....	46
Tabla 12. Promedio De Radiografías Por Cada Cargo.....	47
Tabla 13. Promedio De Conducta En El Personal Asistencial.....	48
Tabla 14. Número De Personal Asistencial Con Radiación.....	49
Tabla 15. Promedio De Radiación De Tejido Superficial.....	50
Tabla 16. Promedio De Radiación De Tejido.....	51
Tabla 17. Promedio De Dosis Acumulada.....	52
Tabla 18. Media De Edad Del Personal Con Radiación.....	54
Tabla 19. Sexo En Personal Con Radiación.....	54
Tabla 20. Promedio Comparativo De Radiografías Entre El Personal De Salud Con Y Sin Radiación.....	55
Tabla 21. Promedio comparativo de horas laboradas entre el personal de salud con y sin radiación.....	55
Tabla 22. Conducta Tomada Por El Personal De Salud Con Radiación .....	56
Tabla 23. Edad Promedio De Pacientes.....	58
Tabla 24. Rango De Edad De Pacientes.....	58
Tabla 25. Distribución Del Sexo En Pacientes .....	59
Tabla 26. Días De Estancia En Unidad De Cuidados Intensivos (Uci).....	60
Tabla 27. Diagnóstico De Ingresos A UCI.....	61
Tabla 28. Tomografías Realizadas Por Número De Paciente.....	62
Tabla 29. Tipos De Tomografías Realizadas.....	63
Tabla 30. Rango De Radiografías.....	64
Tabla 31. Pacientes Con Marcación De Radiación.....	65
Tabla 32. Dosis De Radiación De Tejido Profundo.....	66
Tabla 33. Dosis De Radiación De Tejido Superficial.....	67
Tabla 34. Dosis Acumulada.....	68
Tabla 35. Condición Final.....	69
Tabla 36. Radiografías Realizadas (Pacientes Con Radiación).....	70
Tabla 37. Promedio De Radiografías En Pacientes Con Y Sin Radiación.....	70
Tabla 38. Tomografías Realizadas En Los Pacientes Con Radiación.....	71

Tabla 39. Diagnósticos De Ingreso A UCI.....	73
Tabla 40. Condición Final Pacientes Con Radiación.....	74

## LISTADO DE FIGURAS Y GRÁFICAS

	Pág.
Figura 1. Modelo Atómico De Bohr.....	20
Figura 2. Penetración Sobre Materiales De Los Tipos De Radiación Ionizante ....	21
Figura 3. Clasificación De La Radiación, Según Su Naturaleza Y Efecto Biológico..	24
Figura 4. Consecuencias De La Irradiación En El Cuerpo.....	31
Gráfica 1. Representación Porcentual De Fuentes De Radiación Ionizante Naturales Y Artificiales.....	32
Gráfica 2. Exposición Anual De Dosis Efectiva (Msv) En Médicos .....	35
Gráfica 3. Número De Personal Asistencial Por Rango De Edad.....	44
Gráfica 4. Porcentaje De Sexo En Personal Asistencial.....	45
Gráfica 5. Porcentaje De Cargos Ocupados Por El Personal Asistencial.....	46
Gráfica 6. Promedio De Radiografías Por Cada Cargo.....	47
Gráfica 7. Promedio De Conducta En Los Diferentes Cargos.....	48
Gráfica 8. Distribución Porcentual Total De La Conducta Por Cargo .....	49
Gráfica 9. Población Con Radiación.....	50
Gráfica 10. Dosis De Radiación En Tejido Superficial.....	51
Gráfica 11. Dosis De Radiación En Tejido Profundo Por Cargos En El Personal Asistencial.....	52
Gráfica 12. Dosis Acumulada Por Cargos En Personal Asistencial .....	53
Gráfica 13. Distribución Porcentual Del Sexo En Personal Asistencial .....	54
Gráfica 14. Promedio Conducta En Personal Con Radiación.....	57
Gráfica 15. Rango De Edad En Pacientes.....	59
Gráfica 16. Distribución Porcentual Del Sexo En Pacientes .....	59
Gráfica 17. Días De Estancia En UCI.....	60



Gráfica	18.	Diagnóstico	De	Ingreso	En	UCI.....	61
Gráfica	19.	Número	De	Pacientes	Por	Cantidad	De Tomografías.....62
Gráfica	20.	Número	De	Tomografías	(Por	Tipos)	.....63
Gráfica	21.	Rango	De	Radiografías	Por	Pacientes.....	64
Gráfica	22.	Distribución	Porcentual	De	Pacientes	Con Y Sin Radiación	.....65
Gráfica	23.	Radiación		En	Tejido	Profundo.....	66
Gráfica	24.	Radiación		En	Tejido	Superficial.....	67
Gráfica	25.	Radiación Dosis Acumulada					.....68
Gráfica	26.				Condición	Final.....	69
Gráfica	27.	Promedio De Radiografías					.....71
Gráfica	28.	Tomografías	Realizadas	En	Pacientes	Con Radiación.....	72
Gráfica	29.	Diagnósticos	De	Ingreso	A	UCI En Paciente Con Radiación.....	73
Gráfica	30.	Condición Final En Paciente Con Radiación					.....74

## LISTA DE ANEXOS

**Pág.**

Anexo A. Carta de aceptación del Comité de Bioética. ....	84
Anexo B. Consentimientos Informados .....	85
Anexo C. Instrumento de recolección de datos.....	87
Anexo D. Instrumento de medición de radiación .....	91
Anexo E. Instrumento de medición .....	92

## RESUMEN

**Introducción:** La radiación ionizante es un factor de riesgo físico a los cuales están expuestos los trabajadores del área de la salud y los pacientes, la unidad de cuidado intensivo es un área asistencial que usa frecuentemente la imagenología por rayos X lo que la convierte en una zona de mayor riesgo comparado a otras.

**Métodos:** Descriptivo observacional transversal prospectivo para establecer la dosis acumulada de radiación ionizante en pacientes y personal de salud en unidades de

cuidado intensivo adulto de instituciones de alta complejidad en la ciudad de Pereira, Colombia. La población estudiada es el personal asistencial y pacientes unidad de cuidados intensivos adultos de las clínicas Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares de la ciudad de Pereira.

**Resultados:** El estudio de dosis de radiación en piel en pacientes y personal asistencial en Unidades de Cuidados Intensivos de la ciudad de Pereira, Colombia, evidenció que, 37% del personal asistencial y 24% de los pacientes, tuvieron dosis de radiación de cualquier tipo, es decir, 32% toda de la población estudiada tuvo dosis de radiación, del personal asistencial, los (as) auxiliares de enfermería fueron el 50% de los individuos estudiados con radiación marcada en dosímetro, a su vez realizaron en promedio 299 radiografías, el número más alto de radiografías realizado durante los 3 meses de estudio. 24% fue la cantidad porcentual de los pacientes con radiación marcada en dosimetría, con un promedio de radiografías tomadas superior 2.8 veces que el de la población a la que no se le detectó radiación, a todos los pacientes con radiación, se le realizó al menos 1 tomografía, y los diagnósticos con mayor incidencia de radiación fueron en orden descendente: insuficiencia respiratoria, EPOC, sepsis de foco pulmonar, neumonía, neumotórax a tensión y politraumatismo. Todos los pacientes superaron 0,10mSv. 3 pacientes marcaron rango entre 0,21 mSv y 0,30mSv, 2 pacientes en mayor de 30mSv, y 1 paciente entre 0,11mSv y 0,20mSv.

**Conclusiones:** Durante el estudio, se demostró que pacientes y personal asistencial fueron

por dosis de radiación marcada por dosimetría, pese a no superar los estándares reglamentados por la Comisión Internacional de Protección y Radiología, no se puede suponer que, en una cohorte mucho más amplia, estos límites no se vean superados y por lo tanto las consecuencias para el personal estudiado no se hagan evidentes. Se propone la realización de un estudio con mayor prolongación cronológica, con el fin de vigilar la dosificación y así establecer con la reglamentación internacional.

**Palabras claves:** dosis de radiación, dosis acumulada, Unidad de cuidado Intensivo, personal asistencial, pacientes.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Ionizing radiation is a physical risk factor to which health workers and patients are exposed, the intensive care unit is a healthcare area that frequently uses X-ray imaging, which makes it a area of greater risk compared to others.

**Methods:** Prospective cross-sectional observational descriptive to establish the accumulated dose of ionizing radiation in patients and health personnel in adult intensive care units of highly complex institutions in the city of Pereira, Colombia. The population studied is the care staff and adult intensive care unit patients of the Comfamiliar clinics, San Jorge University Hospital, San Rafael Clinic Pinares headquarters in the city of Pereira.

**Results:** The study of radiation dose to the skin in patients and healthcare personnel in Intensive Care Units of the city of Pereira, Colombia, showed that 37% of healthcare personnel and 24% of patients had radiation doses of any type, that is, 32% of the entire population studied had radiation doses, of the health care personnel, the nursing assistants were 50% of the individuals studied with radiation marked in a dosimeter, in turn they performed an average of 299 radiographs, the highest number of radiographs performed during the 3 months of study. 24% was the percentage of patients with radiation marked in dosimetry, with an average of x-rays taken 2.8 times higher than that of the population in which no radiation was detected, all patients with radiation underwent at least 1 CT scan, and the diagnoses with the highest incidence of radiation were in descending order: respiratory failure, COPD, pulmonary focus sepsis, pneumonia, tension pneumothorax, and multiple trauma. All patients exceeded 0.10mSv. 3 patients marked a range between 0.21mSv and 0.30mSv, 2 patients in greater than 30mSv, and 1 patient between 0.11mSv and 0.20mSv.

**Conclusions:** During the study, it was shown that patients and healthcare personnel were affected by radiation doses marked by dosimetry, despite not exceeding the standards regulated by the International Commission for Protection and Radiology, it cannot be assumed that, in a cohort much more broad, these limits are not exceeded and therefore the consequences for the personnel studied are not evident. It is proposed to carry out a study with greater chronological extension, in order to monitor the dosage and thus establish with the international regulations.

**Keywords:** radiation dose, accumulated dose, Intensive care unit, healthcare personnel, patients.

## **INTRODUCCIÓN**

La radiación ionizante es un factor de riesgo físico a los cuales están expuestos los trabajadores del área de la salud y los pacientes, la unidad de cuidado intensivo es

un área asistencial que usa frecuentemente la imagenología por rayos X, lo que la convierte en una zona de mayor riesgo comparado a otras. Existen medidas de protección para evitar la acumulación de radiación, sin embargo, se desconoce cuál es la dosis acumulada que reciben los pacientes y el personal de salud, además de la adherencia de este último a las medidas de protección. Este es un estudio descriptivo de corte transversal que pretende determinar la dosis acumulada en pacientes y personal de salud de Unidades De Cuidados Intensivos adultos de 3 instituciones de tercer nivel de complejidad en la ciudad de Pereira – Risaralda - Colombia. , para lo cual se incluirán pacientes que su estancia sea mayor a 48 horas y del personal de salud: médicos intensivistas, jefes de enfermería, auxiliares de enfermería y terapeutas respiratorios, se excluirán los pacientes con criterios de muerte cerebral y los que desistan de continuar en el estudio. Se recolectarán variables demográficas, de horas de exposición, adherencia a las medidas de protección y dosis acumulada en mSv medida mediante dosímetro, el seguimiento de la dosis se realizará durante tres meses. El análisis estadístico será basado en medidas de tendencia central, distribución y dispersión, para lo cual se considerará una proporción esperada de 95% y una  $p$  significativa menor a 0,05. La base de datos será almacenada en el programa Excel y los análisis serán realizados en el paquete estadístico SPSS 20.0, bajo estrictas normas de confidencialidad. Este estudio pretende aportar al conocimiento sobre el riesgo a radiación ionizante en la Unidad

De Cuidado Intensivo adulto y las conductas de riesgo frente a la radiación ionizante.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la radiación ionizante, es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de onda electromagnética, (rayos x y gamma) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones) (1), las personas están expuestas a diario ante la radiación puede ser naturales o humanas, en relación con lo anterior se puede afirmar, que la radiación proviene de varias fuentes y la exposición a ella es constante. Se cree que el 80% de la dosis anual de los humanos es de fuentes naturales, terrestres y cósmicas. (1), eso deja aproximadamente 20% de radiación que proviene de fuentes humanas (2). La exposición no natural o humana, es la que proviene de fuentes artificiales que van desde la generación de energía nuclear, hasta el uso médico de la radiación con fines diagnósticos o terapéuticos (1). En medicina, la radiación se utiliza para diagnosticar y tratar ciertas enfermedades, su uso representa el 98% de la exposición a radiación de fuentes artificiales y después de la radiación de fuente natural, es la fuente de radiación que más irradia a los humanos (2).

Por otro lado, a principio de milenio el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación efectiva y anual per cápita originada por la exposición médica de pacientes en los períodos 1985 – 1990 y 1991 – 1996, demostró que, cada año se realizaban en el mundo aproximadamente 2.000 millones de estudios radiográficos, 32 millones de estudio de medicina nuclear y más de 6 millones de pacientes eran tratados con radioterapia. (3). En los centros hospitalarios, los métodos diagnósticos relacionados con la emisión de radiación son: Radiografías convencionales, tomografía por emisión de positrones, tomografía computada, gammagrafías y los estudios híbridos complejos tales como SPECT-TC o el PET- TC, por su parte la exposición por medios de radiación terapéuticos, incluyen radioterapia, sea interna o externa, radioterapia paliativa.

Las Unidades De Cuidados Intensivos (UCI) son una de las áreas de los hospitales en las que más se emplean los rayos X (4), es por lo tanto una fuente de exposición a radiación ionizante (5). Aunque la dosis es pequeña, la probabilidad de acumular exposición por la frecuencia de utilización podría representar un riesgo (6). La exposición del personal técnico y profesional en radiología es usualmente monitoreada para evitar acumular una dosis de radiación lesiva (7), sin embargo, el personal que labora en áreas como las UCI's, esta monitorización no se realiza. En



relación con lo anterior, el número total de los trabajadores vigilados es de aproximadamente 23 millones en todo el mundo, de los cuales alrededor de 10 millones están expuestos a las fuentes artificiales, tres de cuatro de estos trabajadores son del sector médico con una dosis efectiva anual media por trabajador de 0,5 mSv (mili sieverts – unidad de medida Sievert) (2).

Se ha desentendido el posible impacto que se pueda causar en todo el personal hospitalario, debido a que, en la actualidad, en especial los rayos x tomados por equipos portátiles, son una fuente diagnóstica usual en la evaluación de la condición de los pacientes en estado crítico en UCI (8). Adicionalmente, en la cotidianidad de la Unidad De Cuidado Intensivo se realizan radiografías con frecuencias que según algunos estudios no contribuyen a la toma de decisiones en la cabecera del paciente (9-11).

La radiografía de tórax (RXT) en el paciente crítico se realiza en la Unidad De Cuidados Intensivos (UCI) en la mayoría de los casos, de hecho, es el procedimiento radiológico más frecuente de pacientes encamados(12), así pues que por cada RXT que se le realice el paciente recibe 3 días de período equivalente aproximado en radiación natural de fondo (el mayor porcentaje de radiación que recibe naturalmente cualquier ser humano) (13), los pacientes en Cuidados Intensivos, se someten a estudios de imágenes de cabecera como radiografías de tórax, para el diagnóstico de patologías cardíacas, pulmonares y de otro tipo y para la confirmación de la posición de dispositivos como tubos endotraqueales, tubos de tórax, catéteres de pigtail, catéteres venosos centrales y drenajes intercostales, posicionamiento de sondas oro y nasogástricas (14). En un estudio De Alba et al, observaron que, los pacientes en Cuidados Intensivos recibieron en promedio, 59% más de radiación que los pacientes hospitalizados en salas: 15mSv vs 6.5 mSv. (15). Los pacientes en Cuidados Intensivos, en función de su cuadro clínico y la duración de su estancia (semanas o meses) se pueden efectuar hasta 100 radiografías de ser necesario. (16).

Por otro lado, el equipo de la UCI, es el responsable del transporte y de la gestión del paciente en el departamento de radiología para los procedimientos que ameritan

los pacientes de cuidado crítico, esto aumenta significativamente la exposición y por lo tanto la acumulación de radiación al personal de la UCI (14).

En Colombia, a principio del año 2020, se contaba con 5.845 Unidades De Cuidados Intensivos (17), lo que implica un número considerable de trabajadores y pacientes expuestos a la radiación ionizante proveniente de los procedimientos diagnósticos o terapéuticos.

Por otra parte, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) quien regula y emite los lineamientos para la seguridad del personal involucrado con radiación y del cual Colombia adopta sus parámetros para la legislación nacional, enuncia que la dosis anual efectiva debe ser de 50 mSv (mili sieverts – unidad de medida Sievert) y esto es cuantificable mediante el uso de dosímetros (18) Es importante entender que, de la exposición a la radiación incluso a bajas dosis puede terminar en cánceres sólidos o leucemias, de manera que la dosis de radiación acumulada, es motivo de preocupación en el equipo de las Unidades De Cuidados Intensivos en especial con el aumento del usos de tomografías computarizadas en los pacientes críticos (19). Existen pocos estudios que evalúan la dosis que acumulan los pacientes y el personal de salud en las Unidades De Cuidados Intensivos, (20 - 22). En la ciudad de Pereira, según el secretario de Salud de Risaralda, hay 119 camas en UCI en seis instituciones (23), en el presente estudio, teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en Unidades De Cuidados

Intensivos de la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia?

## **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en Unidades De Cuidados Intensivos de la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia?

## **2. OBJETIVOS**

## **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Establecer la dosis acumulada de radiación ionizante en pacientes y personal de salud en Unidades De Cuidados Intensivos adulto de instituciones de alta complejidad en la ciudad de Pereira, Colombia.

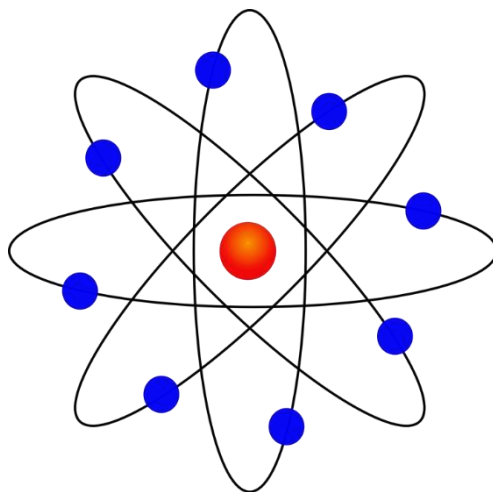
## **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Caracterizar a la población de estudio estableciendo variables sociodemográficas, media de estancia, uso y frecuencia de las medidas de protección.
2. Establecer la dosis superficial, acumulada de radiación ionizante según el rol que desempeñe en la Unidad De Cuidado Intensivo.
3. Describir el rol, uso de medidas de protección contra radiación ionizante, el tiempo de exposición, procedimientos realizados en el personal asistencial con dosis acumulada mayor de 0mSv.
4. Describir diagnóstico, radiografías realizadas (promediadas con el resto de los individuos), condición final, días de estancia en UCI y rango de edad en los pacientes con dosis acumulada mayor de 0msV.

## **3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

### 3.1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS PREVIOS.

La radiación, es una forma de energía que se emite como ondas partículas electromagnéticas. Que se clasifican en radiación no ionizante (*ultrasonido, resonancia magnética, láser, microondas*), o ionizantes (*rayos x y rayos gamma*) (24). La materia, está compuesta de partículas subatómicas unidas por energía para formar átomos. Hay que reconocer que, la representación más simple del átomo consiste en un núcleo central de uno o más protones cargados positivamente y cero o más neutrones no cargados, rodeados por una nube de carga negativa electrones orbitales. (25). En otras palabras, son los átomos, la unidad estructural de la materia, el cual está conformado por un núcleo, formado a su vez por protones y neutrones y en su órbita giran electrones (alrededor del núcleo), que, con carga negativa, mantienen así su estructura íntegra (Figura 1) (26).



**Figura 1. Modelo atómico de Bohr.**

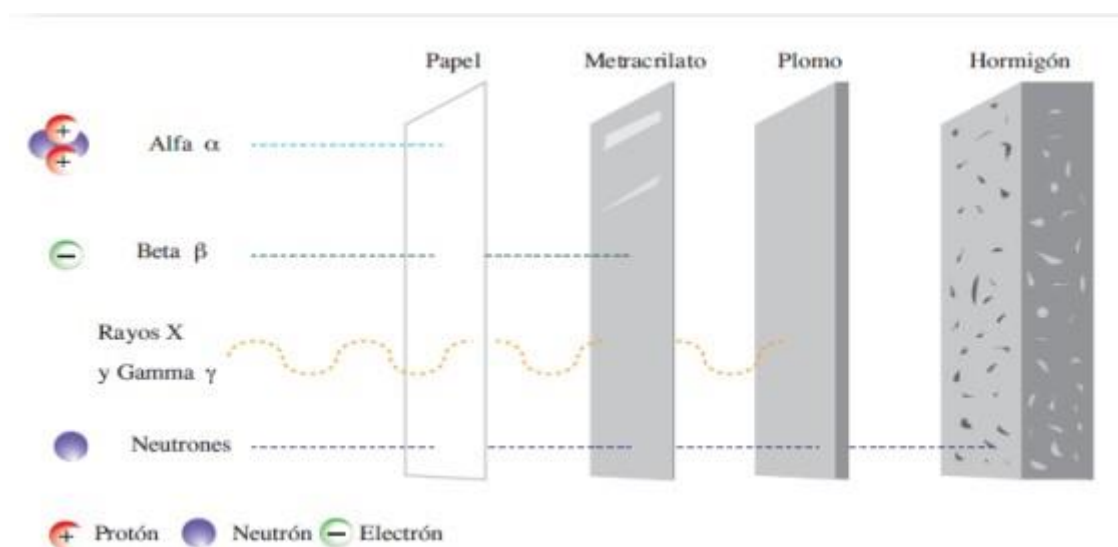
Fuente: Picado Ana, Álvarez Milton. Química I. UNED.

La energía requerida para quitar un electrón de un átomo debe exceder la energía de enlace de ese electrón en particular. La adición de un electrón orbital da como resultado un átomo con una carga negativa. Esto puede ocurrir cuando un electrón pasa lo suficientemente cerca de un átomo como para experimentar una fuerte fuerza de atracción desde el núcleo. Los átomos también pueden experimentar excitación, un proceso por el cual la energía de una partícula incidente no es suficiente para expulsar el electrón orbital de un átomo, sino que eleva uno o más electrones a un estado de energía orbital superior. Es a través de este tipo de

interacciones en los átomos que la radioterapia provoca consecuencias biológicas dentro de los tejidos (26).

En relación con lo anterior, se determina que la radiación consiste en la transmisión de energía de un elemento a otro, el que recibe la radiación se conoce como “blanco” sufre múltiples efectos esperados o no, pero siempre se espera un cambio. (27).

Uno de esos cambios es conocido como ionización (donde se arrancan electrones). Estos tipos de radiación se denominan **radiación ionizante**. La fuente de dicha radiación son los generadores de radiación (máquina de rayos x) o material radioactivo. Existen distintos tipos de radiaciones ionizantes que tienen diferentes poderes de penetración sobre la materia. Los tipos más conocidos son: Rayos x, rayos gamma, radiación beta, radiación alfa y radiación neutrónica. (28)



**Figura 2. Penetración sobre materiales de los tipos de radiación ionizante.**

Fuente: Sociedad Nuclear de España. Información sobre radiaciones ionizantes. SNE. 2015.

### 3.2. HISTORIA DE LA RADIACIÓN

Al momento de hablar de la historia de la radiación tenemos un nombre presente, Wilhelm Röntgen, en 1895 en medio de su estudio de rayos catódicos descubrió una radiación la cual denominó rayos X (29). Todo esto comenzó porque el físico se

interesó profundamente por los experimentos con el tubo de rayos catódicos de Hittorf y Crookes, repitiendo ciertos experimentos de Lenard sobre la fluorescencia del platinocianuro de bario fuera del tubo de vacío. En el mes de noviembre de ese año, descubrió que una pieza de cartón cubierta con cristal de platinocianuro de bario, se volvía fluorescente cuando un haz de rayos catódicos pasaba a través de un tubo de Hittorf, fue así que realizó la primera radiografía de la historia: la mano de su esposa Bertha Röntgen (30). Un año después en 1896 el físico Henri Becquerel, guardó en un cajón algunas placas fotográficas junto con fragmentos de un mineral que contenía uranio. Cuando reveló las placas encontró, para su sorpresa, que habían sido afectadas por la radiación. Este fenómeno, que se denomina radiactividad, se produce cuando se libera espontáneamente energía de un átomo y se mide en unidades que actualmente se denominan becquerelios (Bq), es decir Becquerel demostró como un elemento natural (en este caso el uranio), tenía la capacidad de emitir espontáneamente radiaciones semejantes a los rayos X, he de aquí el descubrimiento de la llamada radiación natural (31).

En el año 1897 Marie Curie y Pierre Curie interesados por los descubrimientos realizados por Röntgen descubrieron que conforme el uranio emitía radiación, este tenía la capacidad de transformarse misteriosamente en otros elementos, el cual llamo polonio, el elemento brillante además de las emisiones de Radium. Al mismo tiempo en ese año llega el primer dispositivo de rayos X a Centroamérica (32).

En 1917 se creó el tubo de Coolidge, este tubo brinda una marcha estable, regular, uniforme, de fácil manejo en la ejecución de diferentes técnicas de exploración radiológica a la que se agregó la naturaleza rotatorio del ánodo, la creación del antidifusor secundario Poterbucky, la estandarización de la radioscopia, la creación del seriógrafo, el perfeccionamiento de los chasis con pantalla reforzadora, el perfeccionamiento de películas radiográficas, la creación de diafragmas, conos, filtros, desarrollo de los métodos de protección, el uso de los contrastes.

En 1950 aparecen los intensificadores de imágenes tales como los isótopos radiactivos y el uso del yodo radioactivo 131 para el estudio de tiroides. Más tarde aparecen otros isótopos y detectores de centelleo, se pasa el Gammógrafo lineal, a la cámara de gamma, la espectroscopia por tomografía computarizada de emisión monofotónica (SPECT) por sus siglas en inglés, y por último a tomografía por

emisión de positrones (33). Paralelamente surge el Mamógrafo, el cual también ha evolucionado en forma acelerada a Imagen digital y Tomosíntesis y ultrasonido, también ha permitido evolucionar en la aplicación Doppler Espectral y Color, Sonoelastografía y 4D (33).

En 1972, el aporte del Físico inglés Sir Godfrey Hounsfield presenta su scanner y su técnica de la TAC, teniendo la capacidad de visualizar órganos nunca antes vistos radiológicamente, se expusieron con gran claridad ante nuestros ojos: el encéfalo, cuyo estudio se realizaba solo en forma indirecta a través de la neuro-encefalografía, de la ventriculografía y de la angiografía, se pudo apreciar en forma inobjetable con la TAC, se pudieron identificar la sustancia gris, la sustancia blanca, la corteza, la cisura, los ventrículos, las circunvoluciones, la línea media, los núcleos de las bases, los espacios subaracnoideos. Con esa misma objetividad se vieron las vísceras solidas abdominales: Hígado, bazo, páncreas, riñones y no solo la masa orgánica de ellos sino la estructura de su parénquima, la vasculatura, los conductos y si a ello aunamos el uso del contraste endovenoso, proporciona información cada vez más completa (33).

### 3.3. CLASIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN

La radiación puede clasificarse en radiaciones ionizante y no ionizante, cuyo punto de inflexión es la energía que proporcionan al producir el efecto atómico, es decir, las ionizantes son capaces de producir iones directa o indirectamente, dada la alta energía. Las no ionizantes, con efecto biológico mucho menor, no ionizan, sino que actúan por medios físicos, térmicos, mecánico y fotoquímicos. (34).

Según su naturaleza se encuentran:

- **Radiaciones electromagnéticas:** Son propagaciones ondulatorias, en forma de campos magnéticos y eléctricos perpendiculares entre sí.
- **Radiaciones corpusculares:** Son debida a la propagación de energía ligada a la formación de partículas subatómicas, habitualmente dotadas de gran velocidad. (34)



	Radiación ionizante	Radiación no ionizante
Radiación corpuscular	Rayos $\alpha$ , Rayos $\beta$ , rayos cósmicos y neutrones	
Radiación electromagnética	Rayos $\gamma$ y rayos X	Radiaciones ópticas (ultravioleta, visible e infrarroja) y campos electromagnéticos (microondas y radiofrecuencias)

**Figura 3. Clasificación de la radiación, según su naturaleza y efecto biológico.**

Fuente: Herranz Eva. Estudio de técnicas de imagen, radiaciones ionizantes y sus aplicaciones en radioterapia.

### 3.4. MAGNITUDES DE MEDIDAS

#### - *Magnitudes dosimétricas.*

Estas magnitudes, fueron concebidas para proporcionar medida física que se correlacione con los efectos reales o potenciales de radiación, estas son (35):

- Exposición ( $X$ ): Corresponde al cociente del valor absoluto de la carga total de los iones de un signo producidos en el aire ( $dQ$ ), cuando todos los electrones liberados por fotones en un volumen elemental de aire se expresan en C·kg o en la unidad que se denomina Röentgen ( $R$ ).
- Tasa de exposición ( $X$ ): Se define con la exposición producida en cierta masa de aire, en un período de tiempo definido. Se expresa en C·kg<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>
- Kerma ( $K$ ): Representa la suma de energía cinética de partículas ionizantes con carga liberadas por radiación ionizante sin carga.
- Tasa de Kerma ( $K$ ): Corresponde al Kerma producido por un período de tiempo determinado.
- Dosis absorbida ( $D$ ): Se define como el cociente de la energía media, impartida por la radiación ionizante a una masa. Unidad denominada Gray.
- Tasa de dosis absorbida ( $D$ ): Corresponde a la variación de dosis absorbida.

- **Magnitudes de protección (35):**

- a. Dosis en órgano y tejido ( $D_T$ ): Corresponde al cociente entre el promedio de energía impartido en cierta masa de tejido.
- b. Dosis equivalente ( $H_T$ ): Es el producto de la dosis en órgano ( $D_T$ ) por el factor de ponderación de radiación.
- c. Dosis efectiva (E): Es el producto de la dosis equivalente recibida por cierto tejido u órgano se expresa por la unidad especial Sievert (Sv).

La protección radiológica está principalmente fundamentada a dosis bajas con el fin de detectar la aparición probabilística contra el cáncer y enfermedades hereditarias, cuya frecuencia de aparición, irá en función de la dosis de radiación (36).

### 3.5. TIPOS DE EXPOSICIÓN

Existen dos formas de exposición reconocidas como: exposición interna y la exposición externa (28).

- **Exposición externa:** En la que una fuente a una determinada distancia del individuo (blanco), emite radiación, cabe aclarar que la radiación disminuye con la distancia de la fuente de radiación.
- **Exposición interna:** Corresponde a un tipo de exposición en la que el blanco (Individuo), se le incorpora al cuerpo mediante consumo de alimentos, líquidos radiactivos, inhalación de partículas de aerosoles o gases radiactivos o por absorción a través de heridas en la piel, logrando así, la irradiación a órganos y tejidos donde está alojado. El tiempo en que, permanece el material radiactivo en el cuerpo, dependerá de la forma que fue incorporado y la forma física y química.

### 3.6. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

El descubrimiento y la manipulación de la radiación ionizante a principios del siglo XX, causaron efectos perjudiciales para muchos investigadores. La toxicidad, quemaduras y el cáncer por radiación se vieron entre muchos de ellos. Las muertes de Marie Curie y el asistente de Thomas Edinson se han atribuido a la exposición severa de radiación. El uso de radio como pintura luminosa en la década de los 30, provocó una alta incidencia de osteosarcomas entre las pinturas que habrían ingerido el radio al moldear sus puntas de pincel con la lengua. (37)

En el ambiente clínico-hospitalario, los métodos de imagen que utilizan radiación ionizante son una fuente principal de exposición a la radiación de la población. (38). Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes están ocasionados por el daño infringido a las células como consecuencia de la interacción radiación-materia. El daño, puede ocasionar muerte o modificación celular, lo que, a su vez, proporciona disfunción orgánica.

Los individuos que reciban una dosis de radiación por encima del umbral determinado para un efecto, si la muerte celular es considerable, se evidenciará daño en tejido u órgano afectado. Estos son llamados efectos deterministas. (34).

Los efectos biológicos de la radiación se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Estocásticos:** Ocurren al azar y cualquier lesión a material genético como cromosomas, genes y ADN que cuentan con una reparación, que aumentará la posibilidad de padecer cáncer o alteraciones hereditarias. Si la célula alterada es una célula somática significa que el individuo expuesto a los rayos X desarrolle cáncer, si la alteración se da en una célula germinal, existe la posibilidad de producir alteraciones en los descendientes del individuo expuesto.
- **Determinables:** Son los que sufre el individuo expuesto a dosis altas de radiación ionizante y sólo se pueden presentar la dosis del umbral específica para un tejido, si la dosis de radiación excede límites el resultado será la enfermedad clínicamente observable: necrosis, pérdida de la función de un órgano o tejido e incluso la muerte del individuo. (49)

### **- 3.6.1. MODO DE ACCIÓN**

Cuando la radiación pasa a través del tejido, cualquier colisión dentro de él, se distribuirá de forma aleatoria entre sus componentes. Sin embargo, parece ser que el daño ocasionado por la ionización de proteínas o membranas no hace contribución importante al resultado final. El daño relevante se basa en la formación de varios tipos de radicales libres de vida corta pero altamente reactivos, tales como H y radical hidroxilo (OH), en una célula bien oxigenada, también se formarán radicales de oxígeno y radicales libres, por ejemplo, hidroperóxido y superóxido, estos radicales interactúan con macromoléculas, de las cuales las más significativas, son los lípidos de membrana y el ADN (39).

### **- 3.6.2. EFECTOS SOBRE LOS TEJIDOS**

Los eventos fisicoquímicos, proporcionados por el daño biomolecular han terminado en unos pocos milisegundos, y sus manifestaciones pueden presentarse en horas o años:

- Daños del ADN:
  - Muerte celular ya sea inmediatamente o en próxima mitosis.
  - Reparación y ninguna otra consecuencia.
  - Un cambio permanente en el genotipo.

Los efectos son dosis-dependientes, los cambios en los tejidos y órganos, reflejarían reacciones generales en las partes de los componentes.

Estudios epidemiológicos de poblaciones expuestas a altas dosis de radiación ionizante evidencian riesgos elevados de una variedad de cánceres en función del tipo de radiación y el tipo de exposición (40).

**Tabla 1. Cánceres producidos por radiación.**

<b>Fuentes de exposición</b>	<b>Circunstancias de la Exposición</b>	<b>Tipos de cáncer</b>
<b>EXPLOSIÓN DE ARMAS NUCLEARES</b>		
<b>Explosión</b>	Supervivientes del bombardeo atómico en Hiroshima y Nagasaki	Leucemia, mama, pulmón, tiroides, estómago, colon, mieloma múltiple, esófago, ovario
<b>Polvo radiactivo</b>	Poblaciones expuestas a través de pruebas atmosféricas, incluidos los habitantes de las Islas Marshall, veteranos en el Pacífico, población general en Nevada, Utah	Tiroides
<b>PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS</b>		
<b>Rayos X</b>	Niños expuestos en el útero	Leucemia
<b>Thorotrast</b>	Angiografía cerebral y de extremidades; de pasajes biliares	Hígado
<b>Radiografías fluoroscópicas</b>	Monitorización de infecciones pulmonares en pacientes con tuberculosis	Mamá
<b>PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS</b>		
<b>Rayos X</b>	Mastitis posparto	Mamá
<b>Rayos X</b>	Espondiloartritis anquilosante	Leucemia, pulmón, estómago, esófago
<b>Cobalto 60</b>	Tratamiento del cáncer del cuello uterino	Leucemia, estómago, recto, vejiga, vagina, genital femenino, pulmón, cavidad bucal, nasofaringe, esófago
<b>Rayos X</b>	Tratamiento de enfermedades benignas de cabeza y cuello	Tiroides, piel, sistema nervioso central
<b>Radio 224</b>	Espondilitis anquilosante, tuberculosis ósea	Sarcoma de hueso
<b>EXPOSICIONES LABORALES</b>		
<b>Rayos X</b>	Radiólogos	Piel, leucemia
<b>Radón</b>	Uranio, mineros de roca dura	Cáncer de pulmón
<b>Rayos X, rayos γ, neutrones</b>	Industria nuclear	Mieloma múltiple
<b>Isótopos de radio</b>	Pintores con pintura basada en radio	Sarcoma de cabeza y hueso

Fuente: Modificada de Higginson J, Muir CS, Munoz N. Cáncer humano: epidemiología y causas ambientales. Monografías de Cambridge sobre la investigación del cáncer. Cambridge: Cambridge University Press; 1992.

La exposición intensa a rayos X, por procedimientos diagnósticos o terapéuticos, se ha asociado a mayor riesgo de los cánceres como: leucemia después de la exposición del útero, cáncer de mama después de la exposición repetida del pecho; leucemia, cáncer de pulmón, estómago y esófago, después de la exposición de columna y tiroides (41).

Lo anterior supone consecuencias en su mayoría a la exposición crónica a las fuentes de radiación ionizante, sin embargo, se han descrito una serie de consecuencias agudas relacionadas con unas dosificaciones específicas (42).

**Tabla 2: Efectos agudos de radiación ionizante**

<b>Efectos agudos</b>			
<b>Irradiaciones globales</b>		<b>Irradiaciones parciales</b>	
<b>Efectos agudos</b>	<b>Fuente</b>	<b>Efectos agudos</b>	<b>Fuente:</b>
Aplasia medular, con linfopenia inicial	Radiaciones X o Gamma (a partir de 1 Gy [equivalente a 1 Sv])	<b>Piel:</b> radiodermatitis exudativa.	Radiaciones X y gamma, a partir de 10Gy.
		<b>Cuero cabelludo:</b> Alopecia	Radiaciones X y gamma a partir de 3Gy
		<b>Gónadas:</b> a) Oligospermia, b) Esterilidad.	a) 0,3 Gy en radiaciones X y gamma.  b) 4Gy en radiaciones X y gamma (hombres) 8Gy (mujeres)

El cáncer no es una de las asociaciones patológicas ante la exposición de las radiaciones ionizantes de forma crónica.

Tabla 3: **Efectos crónicos ante la exposición de radiación ionizante**

<b>Efectos crónicos</b>	
<b>Ojos</b>	
<b>Efectos</b>	<b>Fuente</b>
Cataratas	Radiaciones X o Gamma (a partir de 10 Gy [equivalente a 1 Sv] y 0,8 Gy en neutrones.
<b>Piel</b>	
<b>Efectos</b>	<b>Fuente</b>
Radiodermitis crónicas, atrofia, hiperqueratosis y telangiectasias.	Exposiciones repetidas de 5mGy/día y dosis acumulada superior a los 10Gy
<b>Embrión y Feto</b>	
<b>Efectos</b>	<b>Fuente</b>
Malformaciones fetales: óseas y cerebrales.	A partir de dosis de 0,3 Gy en la fase organogénesis.
Retraso intelectual	Con dosis recibidas en el feto superiores a 0,5 Gy después de la 8va semana de gestación.

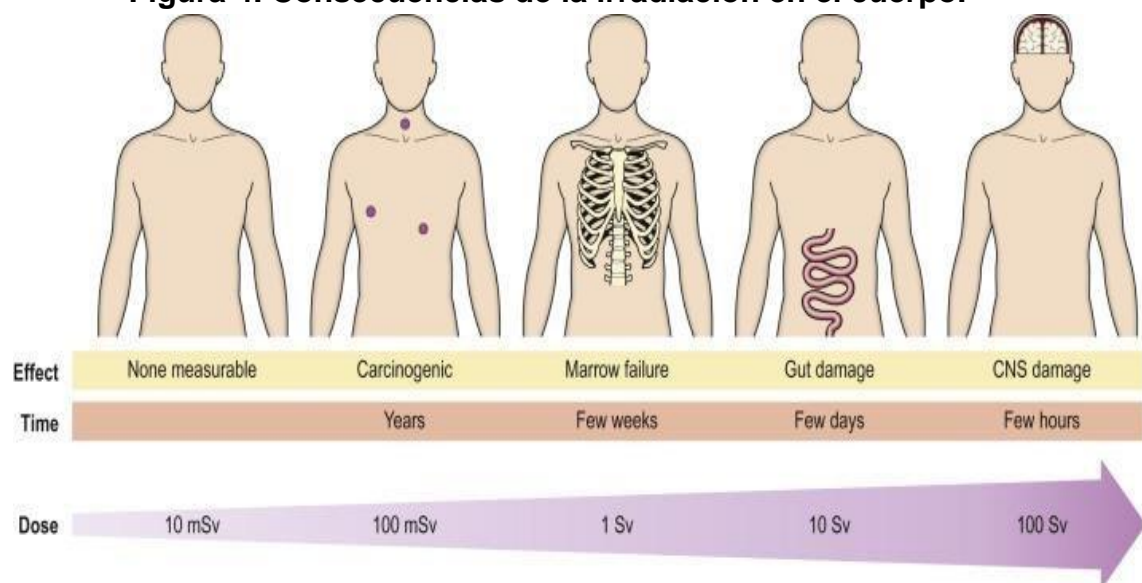
La irradiación de todo el cuerpo puede ser el resultado de una exposición accidental o terapéutica. A dosis muy altas, la muerte puede ocurrir inmediatamente producto de una lesión cerebral, a dosis muy bajas, el cuadro clínico, está dominado en los

primeros días por problemas gastrointestinales, y luego, la supresión de la médula ósea (39).

### 3.7. USO CLÍNICO DE RADIACIONES IONIZANTES Y SUS EFECTOS

Todos los seres humanos están expuestos a radiación. La radiación recibida por una persona es alrededor de 2 – 3 mSv por año mientras que las creadas por fuentes médicas es más de la mitad de este valor (43).

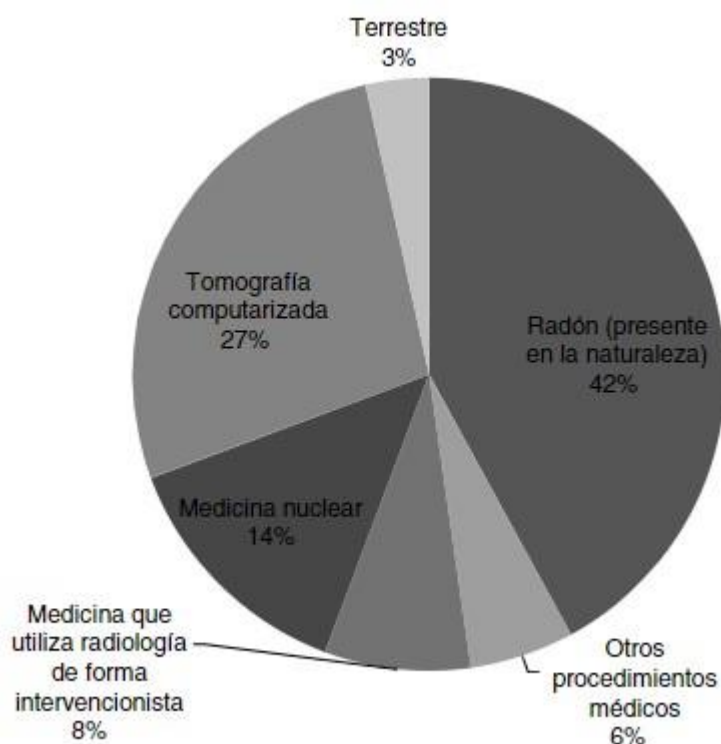
**Figura 4. Consecuencias de la irradiación en el cuerpo.**



Fuente: Bury, Jonathan. Publicado December 31, 2018. Páginas 77- 94. 2019



**Gráfica 1. Representación porcentual de fuentes de radiación ionizante naturales y artificiales**



Fuente: Rev Colomb Cardiol. 2018; 25 (3): 222 - 299

La interpretación de la **gráfica 1**, evidencia el uso de radiación artificial para utilidad médica, corresponde a un 55%.

Los procedimientos realizados a través de radiación ionizantes, son sin lugar a dudas, esenciales para el diagnóstico y por lo tanto otorgar dirección al tratamiento, sin embargo, la radiación que emiten, suele ser bastante alta, en el caso de rayos X de tórax en adulto (0,1mSv) son casi 10 días de radiación obtenida de la exposición a radiaciones naturales (terrestres) (44).

**Tabla 4.** Procedimientos por región con dosis de radiación efectiva en pacientes comparable con radiación natural.

Región		Dosis de Procedimientos con radiación efectiva	Comparable radiación natural.
<b>Abdominal</b>	Tomografía computarizada (TC) de abdomen y pelvis	10mSv	3 años
	TC abdomen y pelvis, repetida con o sin material de contraste	20mSv	7 años.
	TC Colonografía	6mSv	2 años
	Pielograma intravenoso	3mSv	1 año
	Enema de bario (rayos x del tracto G.I inferior)	8mSv	3 años
	Estudio con bario del tracto G.I superior.	6mSv	6 años
<b>Hueso</b>	Rayos x de Columna.	1,5 mSv	6 meses
	Rayos X de extremidades (mano, pie)	0,001 mSv	3 horas
<b>Cerebro y Columna</b>	TC de cabeza.	2mSv	8 meses

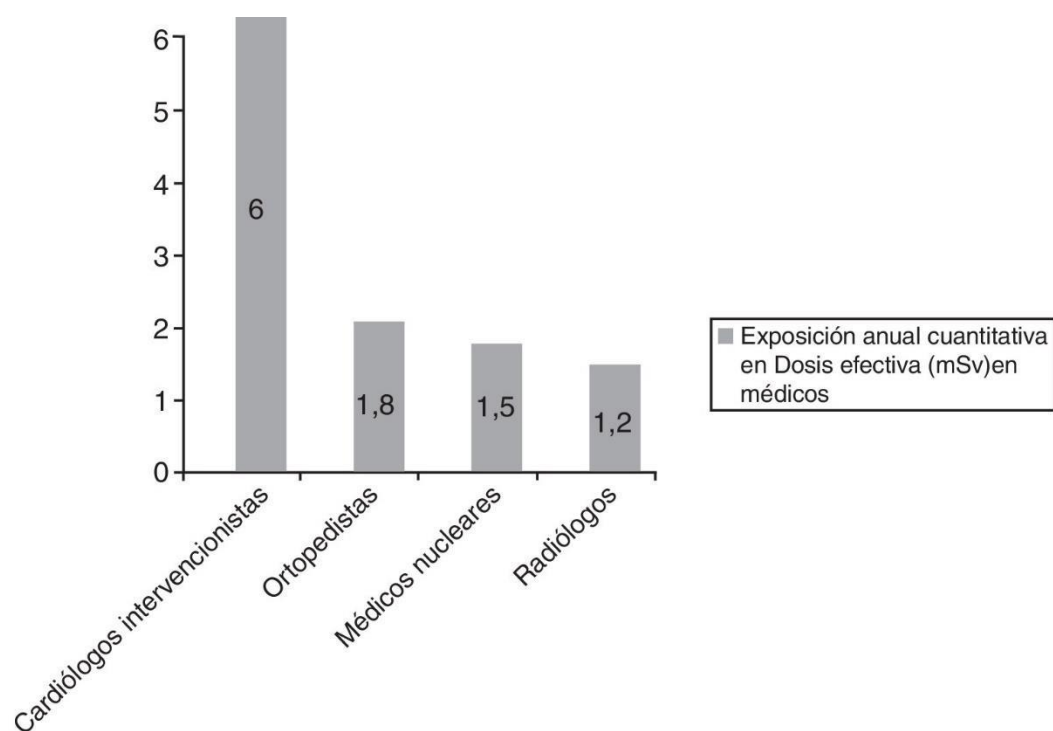
	TC cabeza, repetida con y sin material de contraste.	4mSv	16 meses
	TC columna	6 mSv	2 años
<b>Tórax</b>	TC tórax	7 mSv	2 años
	TC detección temprana del cáncer de pulmón	1,5 mSv	6 meses
	Rayos X de tórax	0,1 mSv	10 días
<b>Dental</b>	Rayos X dentales	0,005 mSv	1 día
<b>Corazón</b>	Angiografía coronaria por TC	12mSv	4 años
	TC cardíaca para la cuantificación de calcio coronario	12 mSv	4 años
<b>Medicina nuclear</b>	Tomografía por emisión de positrones/TC (PET/TC)	25mSv	8 años

Fuente: Radiological Society of North America

Aunque en las profesiones sanitarias (médicos, odontólogos y veterinarios) las dosis son generalmente muy bajas, ciertos procedimientos clínicos que utilizan radiología de diagnóstico obligan al médico a estar cerca del paciente, sujeto por consiguiente a un riesgo apreciable de exposición (45). Los especialistas que trabajan con radiación ionizante, los cardiólogos intervencionistas son lo que tienen mayor exposición anual a radiación (43).

Un cardiólogo intervencionista, tiene una exposición alta, de hecho, en 30 años de trabajo la dosis de radiación aproximada equivale a 100mSv, esa cantidad de radiación, se asocia con aparición de cáncer (mortal y no mortal) por cada 100 sujetos y un cáncer mortal en 200 sujetos expuestos. (46)

**Gráfica 2. Exposición anual de dosis efectiva (mSv) en médicos.**



Fuente: Rev Colomb Cardiol. 2018; 25 (3): 222 - 299

### 3.8. DOSIMETRÍA

La dosimetría de las radiaciones ionizantes forma parte de la radiología y tiene como objeto la medición de la dosis absorbida por un material o un tejido como consecuencia de su exposición a radiaciones ionizantes presentes en un campo de radiación. Las dosimetrías se dividen en: ambiental e individual, esta última, se define a la estimación de dosis equivalente, superficial y profunda que recibe un trabajador profesionalmente expuesto a radiaciones ionizantes (47). Los dosímetros individuales, pueden ser clasificación según su colocación y son:

- Dosímetros de cuerpo entero.
- Dosímetros de extremidades.
- Dosímetros específicos para la medición en zonas especiales.

La dosimetría se lleva a cabo, para evitar superar el umbral en personas expuestas a radiación constante, para ello, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), determina lo siguiente:

**Tabla 5.** Límite de dosis individuales

<b>Personas expuestas</b>	<b>Dosis efectiva. profesionalmente</b>
Trabajadores en servicio de radiología	20mSv/año o 100mSv/ 5 años
Aprendices	6mSv/año

Fuente: Comisión Internacional de Protección Radiológica.

La exposición constante a radiación ocupacional, implica que los trabajadores requieran control periódicamente, la utilización del dosímetro individual, se deben utilizar herramientas de protección personal como: bata plomada, protectora tiroidea, guantes plomados y gafas de protección, según la necesidad. Se debe considerar la reducción del tiempo de exposición, la dosis recibida es directamente proporcional al tiempo de exposición (48).

### **3.9. MARCO GEOGRÁFICO Y POBLACIONAL.**

Estudio realizado en la ciudad de Pereira – Risaralda, ubicada en el oeste de Colombia, sobre la cordillera central sobre el Valle del río del Otún, con una superficie total de 702 km<sup>2</sup>, conforma el área metropolitana del centro occidente y es centro del eje cafetero colombiano, con una población total de 477.027 habitantes. Es conocida como la perla del Otún y la capital del eje.

La población estudiada fue tomada de los pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de:

1. La Clínica Comfamiliar Risaralda, que pertenece a la caja de compensación Comfamiliar Risaralda, inaugurada desde 1997, es una institución de salud de tercer nivel, que tiene su sede en la ciudad de Pereira- Colombia, ubicada en la Avenida circunvalar No. 3-01, cuenta con 17 cama de UCI, atiende a la población mayoritariamente del régimen contributivo.
2. ESE Hospital Universitario San Jorge de la ciudad de Pereira, única institución pública de tercer nivel en la región, ubicada en la carrera 4ta número 24-88, en el centro de la ciudad, cuenta con 22 camas en la Unidad De Cuidados Intensivos, atiende a la población mayoritariamente del régimen subsidiado.
3. Clínica San Rafael sede Pinares (Megacentro), institución de Salud de tercer nivel de carácter privado, ubicada en la carrera 19 número 12-32, cuenta con 24 camas de UCI, atiende a la población tanto del régimen contributivo como del régimen subsidiado.

### **3.10. MARCO BIOÉTICO.**

Esta investigación se clasifica con riesgo mínimo, de acuerdo al artículo 11 de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y a la declaración de Helsinki. No se manipula la conducta del sujeto, ni se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas o sociales.

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Tecnológica de Pereira, en reunión ordinaria efectuada el día 22 de julio de 2019, según Acta No 13 Punto 4.1 Numeral 4.1.3 (ver Anexo 1).

Durante esta investigación se preservaron los derechos de los participantes, se mantuvo la confidencialidad de sus datos, se dio un trato digno durante las entrevistas, se explicó el uso del dispositivo (dosímetro) y los cuidados del mismo. Se custodió la información de cada participante, verificando que cada dosímetro correspondiera al participante asignado, remitiendo la información al centro encargado de la realización de las mediciones, se recibieron y se protegieron los resultados enviados.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1. TIPO DE ESTUDIO.**

Descriptivo, observacional, transversal, prospectivo para establecer la dosis acumulada de radiación ionizante en pacientes y personal de salud en Unidades De Cuidado Intensivo adulto de instituciones de alta complejidad en la ciudad de Pereira, Colombia.

### **4.2. ÁREA DE ESTUDIO.**

Unidades de cuidados intensivos adultos de las clínicas Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares de la ciudad de Pereira.

### **4.3. POBLACIÓN.**

Personal asistencial y pacientes Unidad De Cuidados Intensivos adultos de las clínicas Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares de la ciudad de Pereira. La muestra será obtenida a conveniencia ya que los parámetros para definir cuántos sujetos se necesitarían para alcanzar el poder necesario se desconoce, ya que la exposición-desenlace en este caso es radiación ionizante – dosis acumulada en mSv. Sin embargo, se plantea obtener registros por dosimetría de al menos veinte pacientes, cinco médicos intensivistas, cinco jefes de enfermería, cinco auxiliares de enfermería y cinco terapeutas, con un seguimiento planteado a tres meses. Se realizará mediante entrevista directa, en la cual se explicará en qué consiste el estudio de investigación, las implicaciones de participar y el requerimiento de utilizar el dosímetro siempre que se encuentre en la unidad de cuidado intensivo adulto, especialmente el personal de salud. Posteriormente, se solicitará la firma del consentimiento informado donde se avale la participación para hacer entrega del dosímetro.



#### **4.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- Pacientes hospitalizados en las Unidades De Cuidados Intensivos adultos de la clínica Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares, mayores de 18 años, con tiempo de estancia hospitalaria mayor de 48 horas, que acepten participar en el estudio, en caso de que no esté en condiciones, se le solicitará al familiar a cargo de él paciente, el aval para la participación (firma de consentimiento informado).
- Médicos intensivistas que desempeñen actividades asistenciales en la Unidad De Cuidados Intensivos adultos de las clínicas Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares de la ciudad de Pereira, de forma regular y que acepten participar en el estudio.
- Jefes de enfermería que desempeñen actividades asistenciales en la Unidad De Cuidados Intensivos adultos de la clínica Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares de la ciudad de Pereira, de forma regular y que acepte participar en el estudio.
- Auxiliares de enfermería y terapeutas respiratorios que desempeñen actividades asistenciales en la Unidad De Cuidados Intensivos adultos de la clínica Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge, Clínica San Rafael sede Pinares de la ciudad de Pereira, de forma regular y que acepte participar en el estudio.

#### **4.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

- Desistir de continuar en el estudio.
- Retiro del personal de salud por cualquier motivo que modifique el tiempo promedio de estancia en la unidad de cuidado intensivo adultos.
- Paciente con diagnóstico de muerte cerebral.

- Fallecimiento del paciente antes de 48 horas de haber iniciado el seguimiento.

#### 4.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

Se construirá un formato único de recolección en medio magnético en dónde se incluirán los datos personales, pero sustituyendo el nombre por un código asignado para garantizar la confidencialidad, además de variables sociodemográficas, horas promedio de estancia en la unidad, conducta asumida durante la toma de radiografía (Nada, Alejarse, Compartir, Salir) y dosis acumulada de tres meses en el dosímetro entregado. La definición de las variables será la siguiente:

1. Tiempo promedio de estancia en la unidad para pacientes (días).
2. Tiempo promedio de horas laboradas en la unidad para personal asistencial.
3. Conducta frente a la radiación (Nada, Alejarse, Compartir, Salir).
4. Cargo (Intensivista, Enfermero (a) jefe, Auxiliar de enfermería, terapeuta respiratoria, médico asistencial y residente).
5. Dosis acumuladas de radiación ionizante, durante 3 meses (mSv)

##### 4.6.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 6. Variables del estudio**

Naturaleza					
Tipo de variable	Variable	de la variable	Nivel de medición	Definición	Condición de respuesta.
Sociodemo- gráficas	Edad	Cuantitativa discreta	Intervalo	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	20 – 29 30 – 39 40 – 49 50 – 59 60 – 69 70 – 79

	Sexo	Cualitativa	Nominal	Condición orgánica que distingue al hombre de las mujeres	Masculino Femenino
<b>Exposición</b>	Tiempo promedio de estancia en la unidad para <b>pacientes</b> (días) hospitalaria	Cuantitativa discreta	Razón	Total del número de días en estancia hospitalaria	- 5 A 7 - 8 A 10 - 11 A 13 - 14 A 16 - 17 A 19 - 20 A 22 - 23 A 25
	Tiempo promedio laborado en la unidad para personal atención.	Cuantitativa discreta	Razón	Total del número de horas laboradas en la unidad	- 192 – 206
	Conducta frente a la radiación	Cualitativa	Nominal	Acción que se tomó cuando se iniciaron las actividades radiológicas	- Nada - Alejarse - Compartir - Salir
	Cargo	Cualitativa	Nominal	Rol ejercido durante las sesiones o actividades radiológicas	Intensivista Enfermero (a) jefe Auxiliar de enfermería Terapeuta respiratoria  Médico asistencial Residente Paciente

	Dosis acumuladas de radiación ionizante en dos meses	Cuantitativa discreta	Razón	Suma resultante de las dosis por cada estudio durante dos meses.	- 0,0 - 0,10 - 0,11 – 0,20 - 0,21 – 0,30 - >0,30
--	--	-----------------------	-------	--	---

#### 4.7. ANÁLISIS DE DATOS

Se realizará a través de tabulación de datos en un instrumento de recolección en el programa Excel, donde se almacenarán los datos y posteriormente se pasará la información al software estadístico Stata versión 11.0.

Para realizar la descripción de las características sociodemográficas de la muestra a estudiar se utilizará estadísticas descriptivas de acuerdo con el tipo de variable:

1. **Variables nominales:** se usarán tablas de distribución de frecuencias, porcentajes y razones.
2. **Variables cuantitativas:** medidas de tendencia central (promedio, mediana, moda)
3. **Variables de dispersión:** desviación estándar, varianza y rango intercuartílico.

## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### • PERSONAL ASISTENCIAL

#### ○ EDAD PROMEDIO Y RANGO DE EDAD.

**Tabla 7. Edad promedio de personal asistencial**

EDAD PROMEDIO
36,34

Fuente: Base de datos de estudio.

La edad promediada en años, de todo el personal asistencial, conformado por médicos especialistas, enfermeros, auxiliares de enfermería, médicos asistenciales y residentes en total de 43 personas.

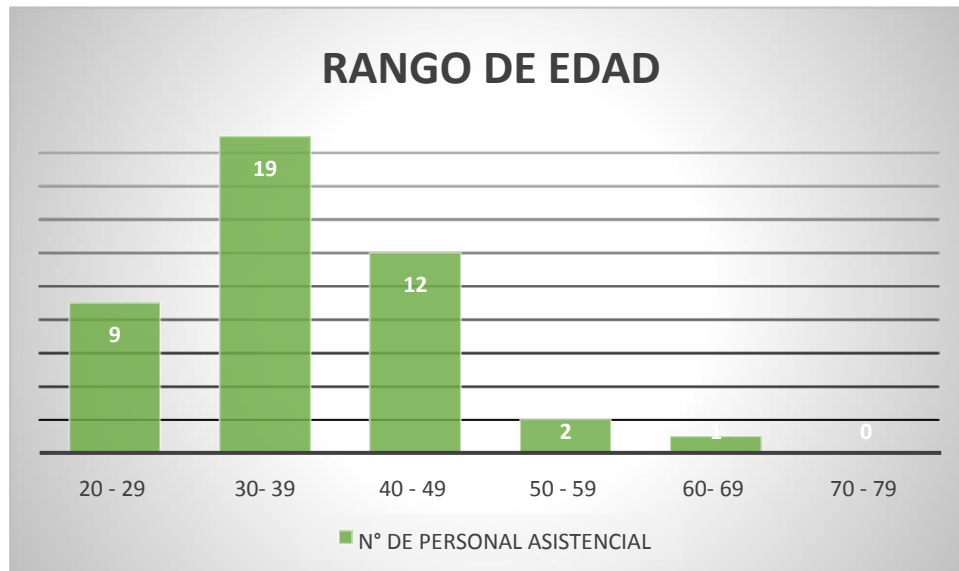
**Tabla 8. Rango de edad promedio de personal asistencial**

RANGO DE EDAD	Nº DE PERSONAL ASISTENCIAL
20 - 29	9
30- 39	19
40 - 49	12
50 - 59	2
60- 69	1
70 - 79	0
TOTAL	43

Fuente: Base de datos de estudio

El rango de edad con más personal asistencial fue de 30 – 39 años, con un total de 19 participantes, y en segunda posición, el rango de 40 – 49 años el de mayor número de individuos.

**Gráfica 3.** *Número de personal asistencial por rango de edad.*



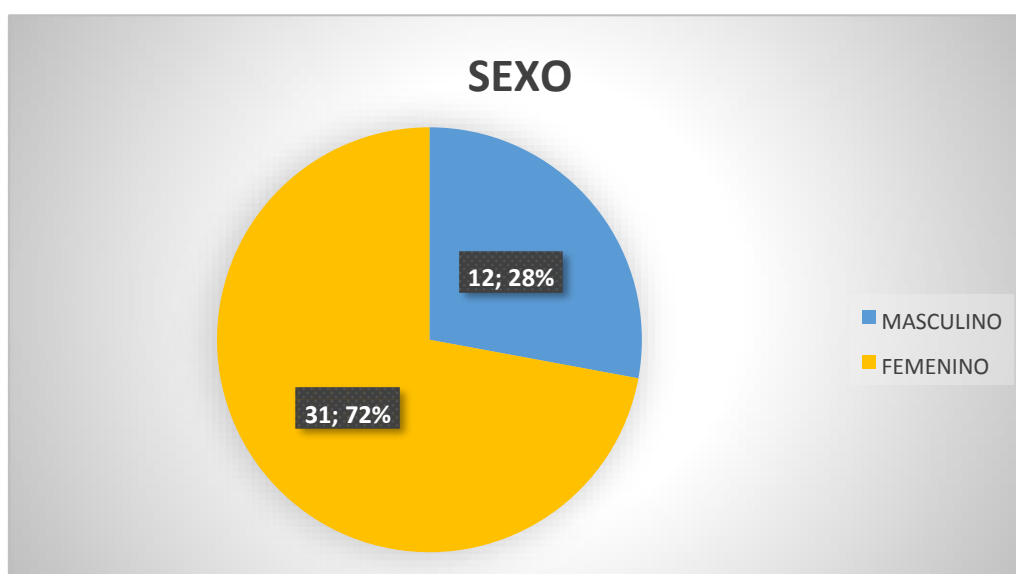
**Tabla 9.** *Sexo de personal asistencial*

SEXO	
MASCULINO	12
FEMENINO	31

Fuente: Base de datos de estudio.

En el estudio, se evidenció predominantemente en número de 31, que el personal asistencial era femenino (72%) del personal asistencial era mujer.

**Gráfica 4.** Porcentaje de sexo en personal asistencial.



Fuente: Base de datos de estudio.

#### ○ CARGO

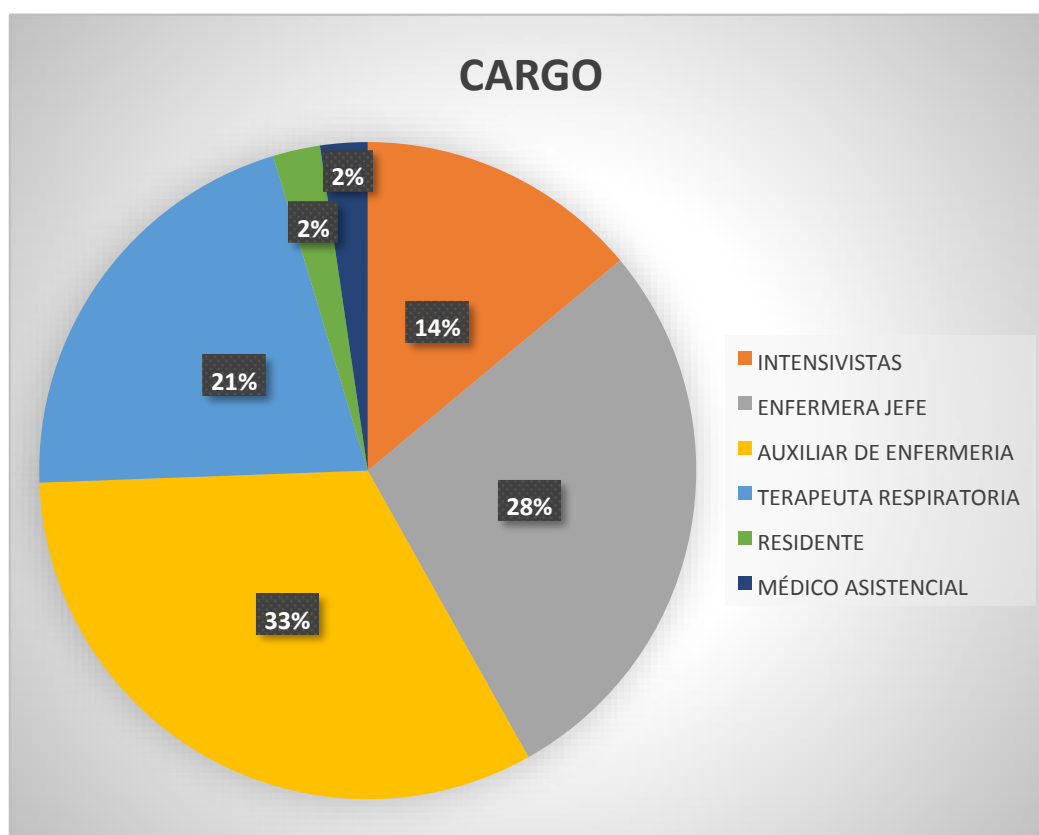
**Tabla 10.** Distribución de cargos en personal asistencial

CARGO	
INTENSIVISTAS	6
ENFERMERA JEFE	12
AUXILIAR DE ENFERMERIA	14
TERAPEUTA RESPIRATORIA	9
RESIDENTE	1
MÉDICO ASISTENCIAL	1

Fuente: Base de datos de estudio

El número mayor de cargo ocupado de personal asistencial, estuvo predominantemente dado por los (as) auxiliares de enfermería en número de 14 (33%), en número de 12 las (os) enfermeras jefe (28%).

**Gráfica 5. Porcentaje de cargos ocupados por el personal asistencial**



Fuente: Base de datos de estudio.

○ **PROMEDIO DE HORAS LABORADAS AL MES Y EN 3 MESES.**

**Tabla 11. Promedio de horas laboradas al mes y en tres meses.**

PROM HORAS LABORADAS AL MES
196
PROM HORAS LABORADAS 3 MESES
590

Fuente: Base de datos de estudio.

El promedio de horas de laboradas al mes, por parte del personal asistencial total, fue de 196, y a los 3 meses de 590.



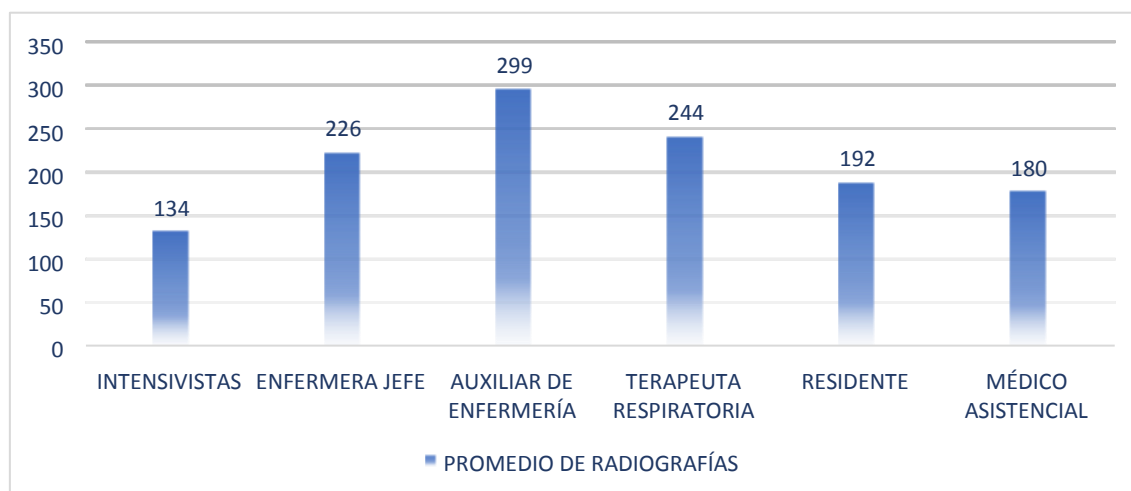
**Tabla 12. Promedio de radiografías por cada cargo.**

CARGO	PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS
INTENSIVISTAS	134
ENFERMERA JEFE	226
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	299
TERAPEUTA RESPIRATORIA	244
RE SIDENTE	192
MÉDICO ASISTENCIAL	180

Fuente: Base de datos de estudio.

El número en promedio de radiografías fue mayor en los auxiliares de enfermería, que durante los tres meses de la investigación asistieron en 299, seguida de las terapeutas respiratorias, con 244.

**Gráfica 6. Promedio de radiografías por cada cargo**



Fuente: Base de datos de estudio

○ **CONDUCTA**

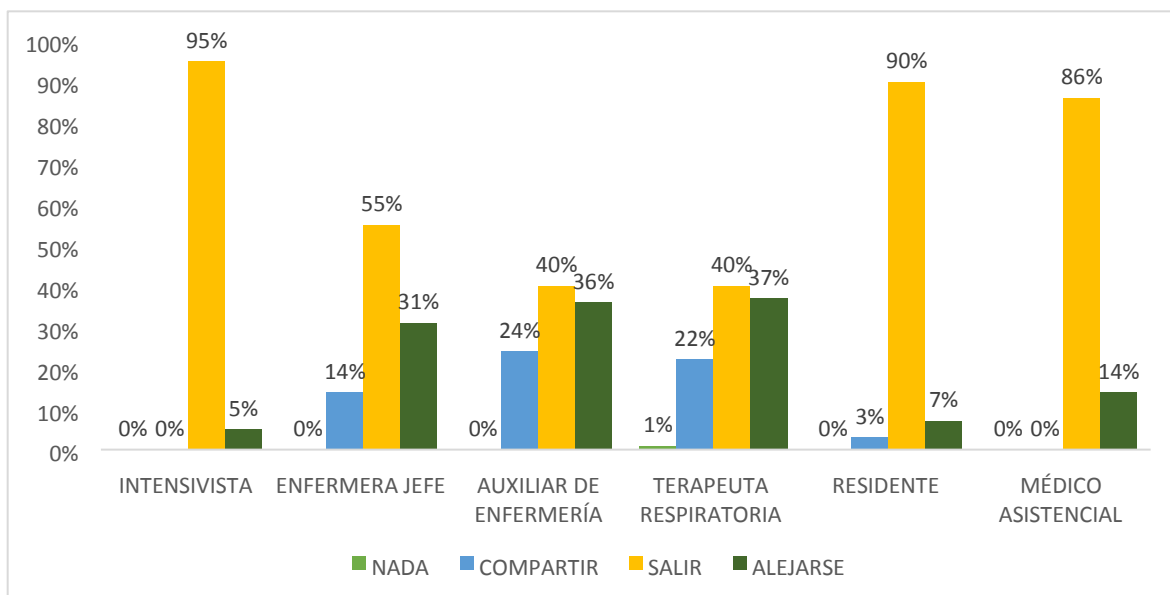
**Tabla 13. Promedio de conducta en el personal asistencial**

CARGO	PROM. CONDUCTA			
	NADA	COMPARTIR	SALIR	ALEJARSE
INTENSIVISTA	0%	0%	95%	5%
ENFERMERA JEFE	0%	14%	55%	31%
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	0%	24%	40%	36%
TERAPEUTA RESPIRATORIA	1%	22%	40%	37%
RESIDENTE	0%	3%	90%	7%
MÉDICO ASISTENCIAL	0%	0%	86%	14%
TOTAL	0%	11%	68%	22%

Fuente: Base de datos de estudio.

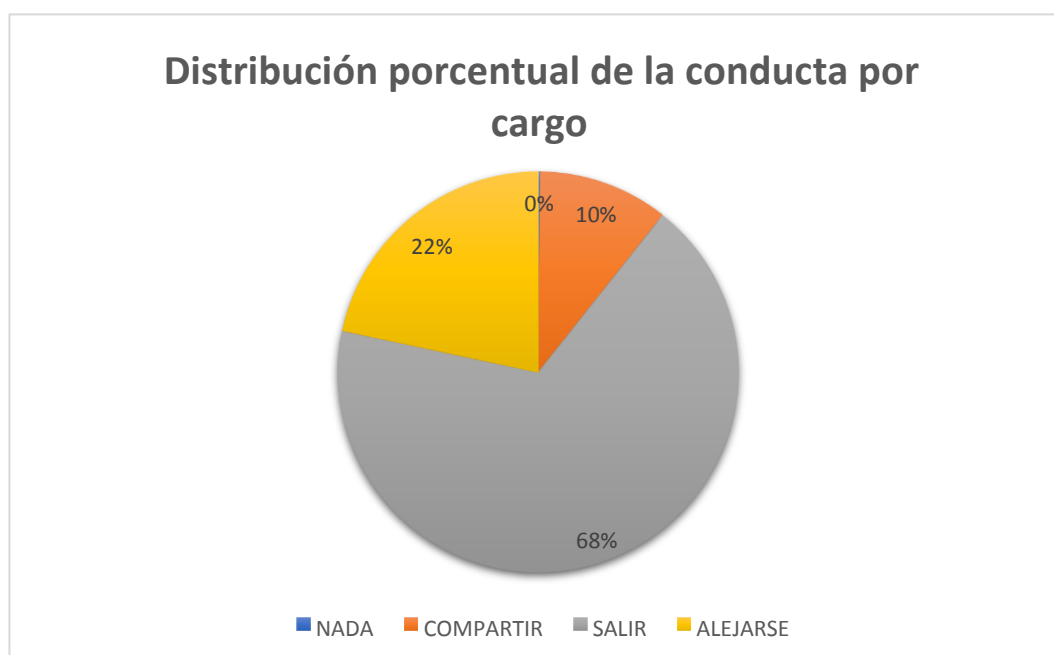
La conducta predominante en todos los cargos, es salir de la Unidad de Cuidados Intensivos (68% de las veces), sin embargo, se evidencia que, por parte de los auxiliares de enfermería, las terapeutas respiratorias, se alejan en un 36% y 37% de las veces respectivamente. Así como también son los mismos cargos que mayoritariamente decidieron compartir la protección del técnico de rayos X, (auxiliares de enfermería y terapeutas respiratorios (24% y 22% respectivamente).

**Gráfica 7. Promedio de conducta en los diferentes cargos**



Fuente: Base de datos de estudio

**Gráfica 8.** Distribución porcentual total de la conducta por cargo



Fuente: Base de datos de estudio.

## ○ POBLACIÓN CON RADIACIÓN

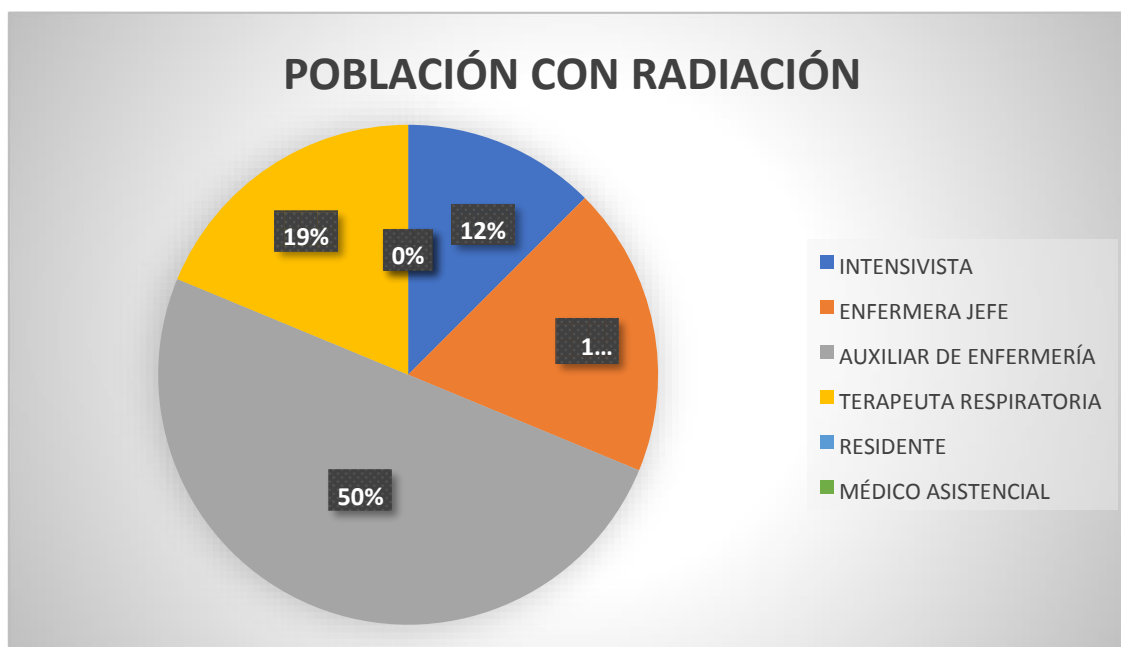
**Tabla 14.** Número de personal asistencial con radiación

CARGO	POBLACIÓN CON RADIACIÓN
INTENSIVISTA	2
ENFERMERA JEFE	3
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	8
TERAPEUTA RESPIRATORIO	3
RESIDENTE	0
MÉDICO ASISTENCIAL	0

Fuente: Base de datos de estudio.

Se determinó que la mayor cantidad de personal asistencial en el que se detectó algún nivel de radiación se desempeñaban como auxiliar de enfermería en número de 8, (50%), así también los cargos “enfermera (o) jefe y terapeuta respiratoria, quedaron igualados con 3 personas con radiación. (19%, cada una)

**Gráfica 9. Población con radiación**



Fuente: Base de datos de estudio.

## ○ RADIACIÓN DE TEJIDO SUPERFICIAL

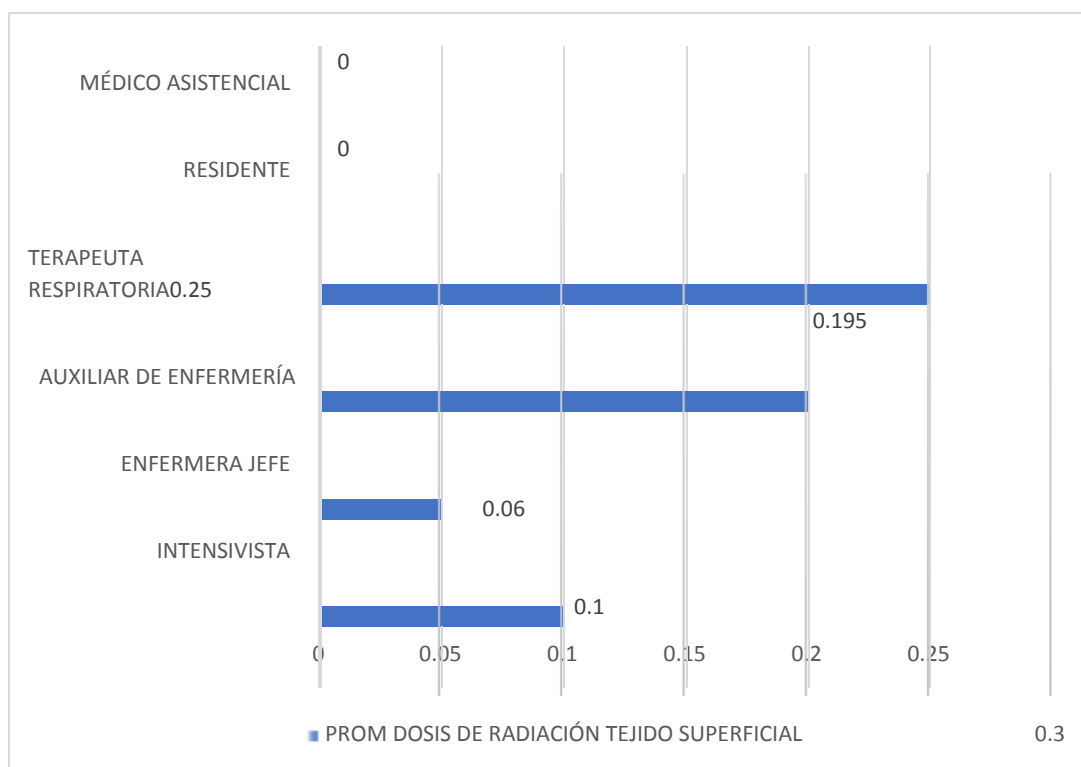
**Tabla 15. Promedio de radiación de tejido superficial**

CARGO	PROMEDIO DOSIS DE RADIACIÓN TEJIDO SUPERFICIAL
INTENSIVISTA	0,1 mSv
ENFERMERA JEFE	0,06 mSv
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	0,195 mSv
TERAPEUTA RESPIRATORIA	0,25 mSv
RESIDENTE	0 mSv
MÉDICO ASISTENCIAL	0 mSv

Fuente: Base de datos de estudio.

La mayor cantidad de radiación (promediada) la recibieron los (as) terapeutas respiratorios con aproximadamente 0,25 mSv, seguido de las auxiliares de enfermería cuya dosis de radiación de tejido superficial fue de 0,195 mSv.

**Gráfica 10. Dosis de radiación en tejido superficial**



Fuente: Base de datos de estudio.

○ **RADIACIÓN DE TEJIDO**

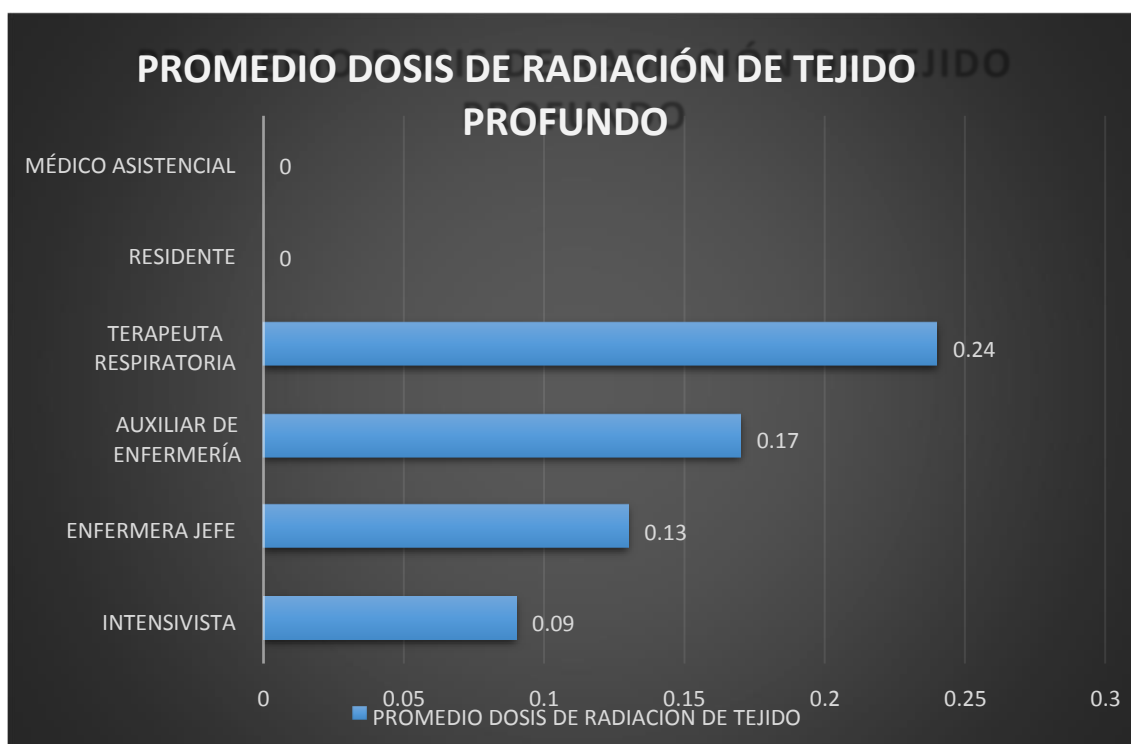
**Tabla 16. Promedio de radiación de tejido**

<b>CARGO</b>	<b>PROMEDIO DOSIS DE RADIACIÓN DE TEJIDO PROFUNDO</b>
INTENSIVISTA	0,09 mSv
ENFERMERA JEFE	0,13 mSv
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	0,17 mSv
TERAPEUTA RESPIRATORIA	0,24 mSv
RESIDENTE	0 mSv
MÉDICO ASISTENCIAL	0 mSv

Fuente: Base de datos de estudio.

La mayor cantidad de radiación (promediada) la recibieron los (as) terapeutas respiratorias con aproximadamente 0,24 mSv seguido de las auxiliares de enfermería, cuya dosis de radiación de tejido superficial fue de 0,17 mSv.

**Gráfica 11.** *Dosis de radiación en tejido profundo por cargos en el personal asistencial*



Fuente: Base de datos de estudio.

#### ○ DOSIS ACUMULADA.

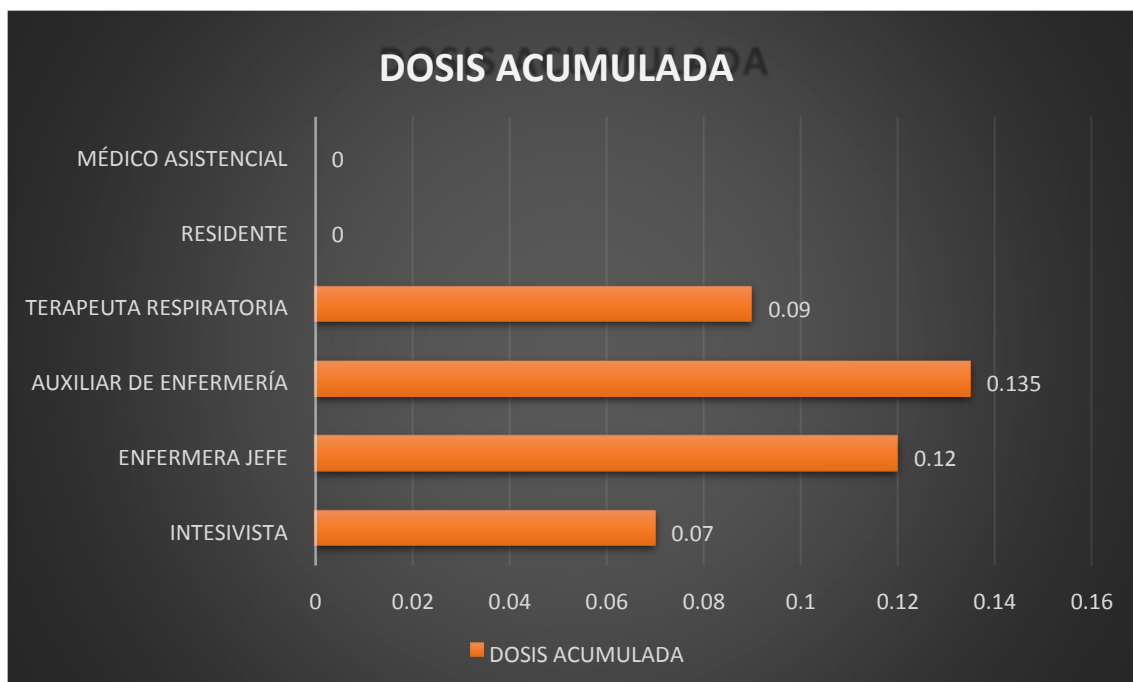
**Tabla 17. Promedio de dosis acumulada**

CARGO	DOSIS ACUMULADA
INTESIVISTA	0,07 mSv
ENFERMERA JEFE	0,12 mSv
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	0,135 mSv
TERAPEUTA RESPIRATORIA	0,09 mSv
RESIDENTE	0 mSv
MÉDICO ASISTENCIAL	0 mSv

Fuente: Base de datos de estudio.

La mayor cantidad de radiación (promediada) la recibieron los (as) auxiliares de enfermería con una dosis acumulada de 0,135 mSv, seguido de las enfermeras (os) jefes, con una dosis acumulada de 0,12 mSv.

**Gráfica 12. Dosis acumulada por cargos en personal asistencial**



Fuente: Base de datos de estudio.



- **PERSONAL ASISTENCIAL CON RADIACIÓN**

- **EDAD PROMEDIO**

**Tabla 18. Media de edad del personal con radiación**

EDAD MEDIA
34

Fuente: Base de datos de estudio.

La población con radiación, es 2 años en promedio, menor que la población general.

- **SEXO**

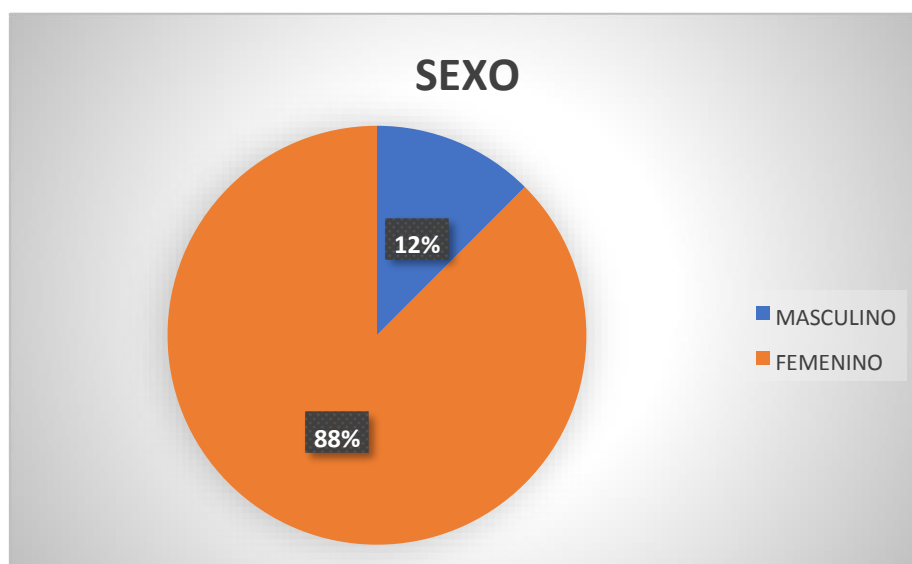
**Tabla 19. Sexo en personal con radiación**

SEXO	N° PERSONAL ASISTENCIAL
MASCULINO	2
FEMENINO	14

Fuente: Base de datos de estudio.

Se describen 88% de personal asistencial predominantemente femenino, cuyos dosímetros marcaron cualquier tipo de radiación, 14% restante de la población, es masculino.

**Gráfica 13.** *Distribución porcentual del sexo en personal asistencial*



Fuente: Base de datos de estudio.

#### ○ PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS EN PERSONAL DE SALUD

**Tabla 20. Promedio comparativo de radiografías entre el personal de salud con y sin radiación**

PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS EN PERSONAL SIN RADIACIÓN
202
PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS EN PERSONAL CON RADIACIÓN
243

Fuente: Base de datos de estudio.

Se describen un promedio de radiografías superior en el personal con radiación, con aproximadamente una diferencia de 41, es decir el personal asistencial con radiación, estuvo presente en la realización de 41 radiografías adicionales en comparación con el personal cuyos dosímetros no evidenciaron radiación (lo anterior independiente al tipo de conducta).

#### ○ PROMEDIO DE HORAS LABORADAS POR MES EN PERSONAL DE SALUD

**Tabla 21. Promedio comparativo de horas laboradas entre el personal de salud con y sin radiación**

PROMEDIO HORAS LABORADAS POR MES EN PERSONAL SIN RADIACIÓN
194
PROMEDIO DE HORAS LABORADAS POR MES EN PERSONAL CON RADIACIÓN
196

Fuente: Base de datos de estudio.

Se describen un promedio superior de horas laboradas por mes en el personal con radiación; el personal asistencial con radiación, laboró 2 horas adicionales en comparación con el personal cuyos dosímetros no evidenciaron radiación.

○ **CONDUCTA TOMADA POR EL PERSONAL DE SALUD CON RADIACIÓN**

**Tabla 22. Conducta tomada por el personal de salud con radiación**

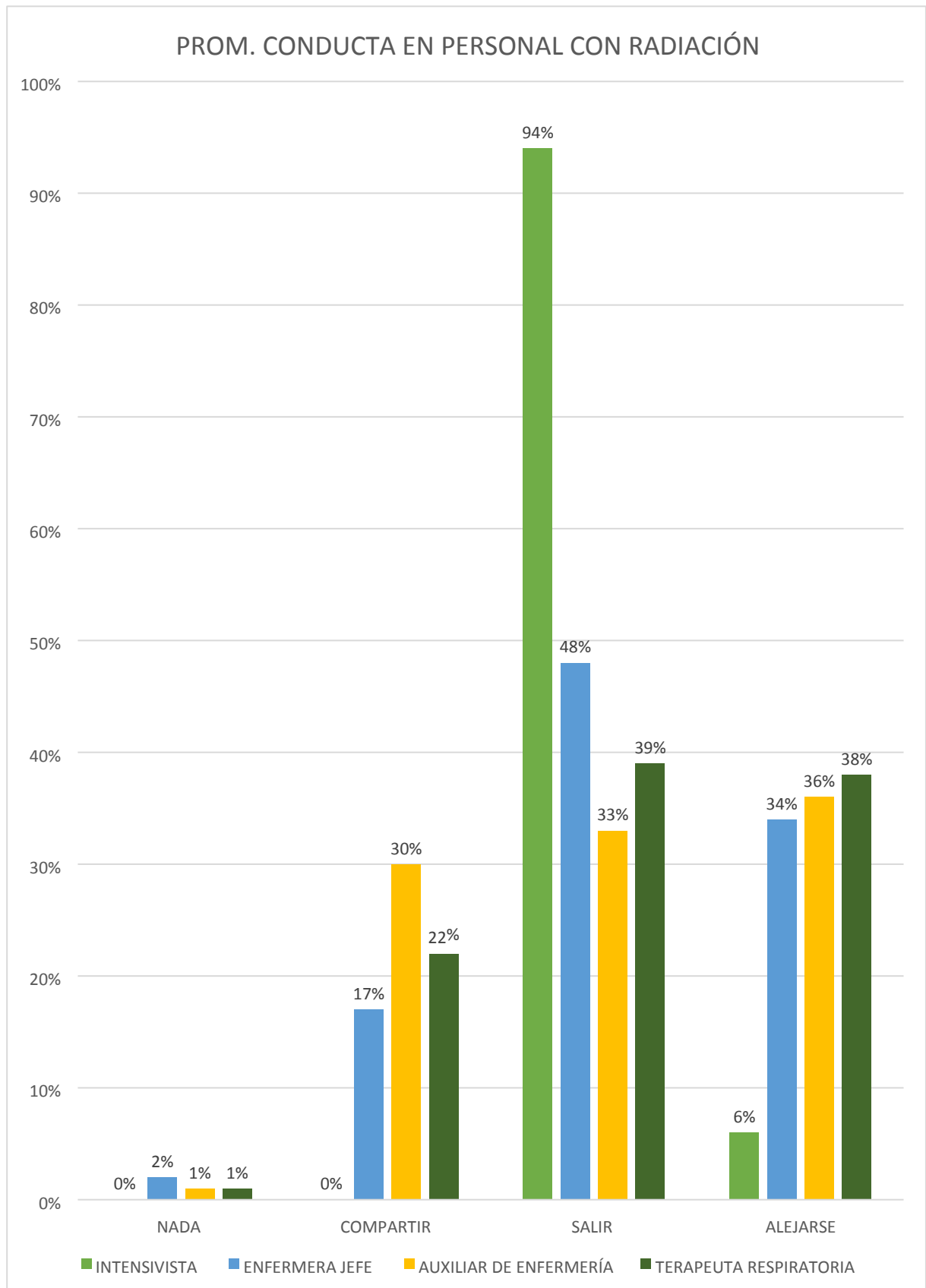
	PROM. CONDUCTA EN PERSONAL CON RADIACIÓN			
CARGO	NADA	COMPARTIR	SALIR	ALEJARSE
INTENSIVISTA	0%	0%	94%	6%
ENFERMERA JEFE	2%	17%	48%	34%
AUXILIAR DE ENFERMERÍA	1%	30%	33%	36%
TERAPEUTA RESPIRATORIA	1%	22%	39%	38%
PROM. TOTAL	1%	17%	54%	29%

Fuente: Base de datos de estudio.

La conducta como marcador de protección al personal de salud expuesto, se describe como nada, en el 2% donde el cargo de jefe de enfermería predominó en

esta conducta, compartieron la misma protección del técnico de rayos X en orden descendente: Auxiliar de enfermería (30%), terapeuta respiratorio (22%), y enfermeros jefes (17%), en la conducta salir de la unidad, los intensivistas toman en un 94% de las veces dicha conducta, seguido por los enfermeros (as) jefes (48%), terapeutas respiratorias (39%) y por último con un 33% los (as) auxiliares de enfermería (33%), los terapeutas respiratorio en un 38% son los que más se alejan dentro de la uci en el momento de la toma de los rayos x, seguidos por los auxiliares de enfermería (36%), los enfermeros (as) jefes (34%), y los intensivistas (6%).

**Gráfica 14.** *Promedio conducta en personal con radiación.*



Fuente: Base de datos de estudio.

- **PACIENTES**

- **EDAD PROMEDIO Y RANGO DE EDAD.**

**Tabla 23. Edad promedio de pacientes**

EDAD PROMEDIO
61,88

Fuente: Base de datos de estudio.

La edad promediada en años de los pacientes que durante 3 meses ingresaron, a la unidad de cuidados intensivos que aceptaron las condiciones del estudio fue 61.88 años.

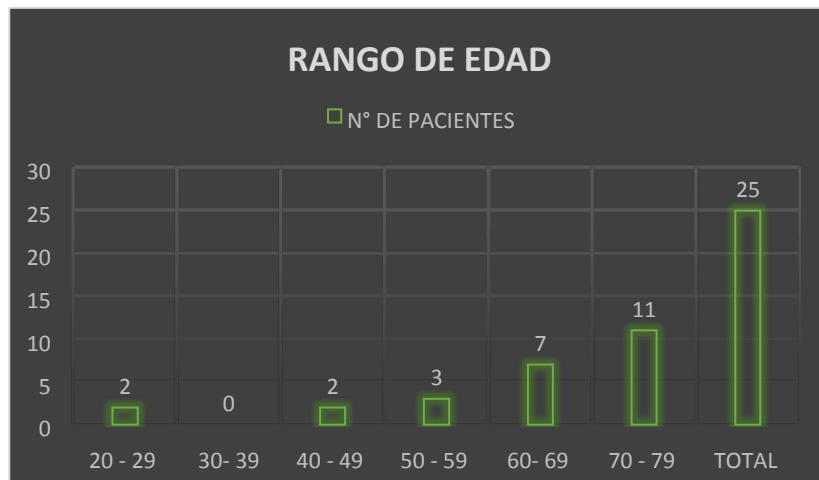
**Tabla 24. Rango de edad de pacientes**

RANGO DE EDAD	Nº DE PACIENTES
20 - 29	2
30- 39	0
40 - 49	2
50 - 59	3
60- 69	7
70 - 79	11
TOTAL	25

Fuente: Base de datos de estudio.

El rango de edad que predominó con 11 pacientes fue la edad de 70 a 79 años, y en orden descendente: 60 a 69 años de edad con 7 pacientes, con 3 pacientes el rango 50 – 59 años, y con dos pacientes: los rangos entre 20 -29 y 40 – 49 años.

**Gráfica 15. Rango de edad en pacientes**



Fuente: Base de datos de estudio.

○ **SEXO**

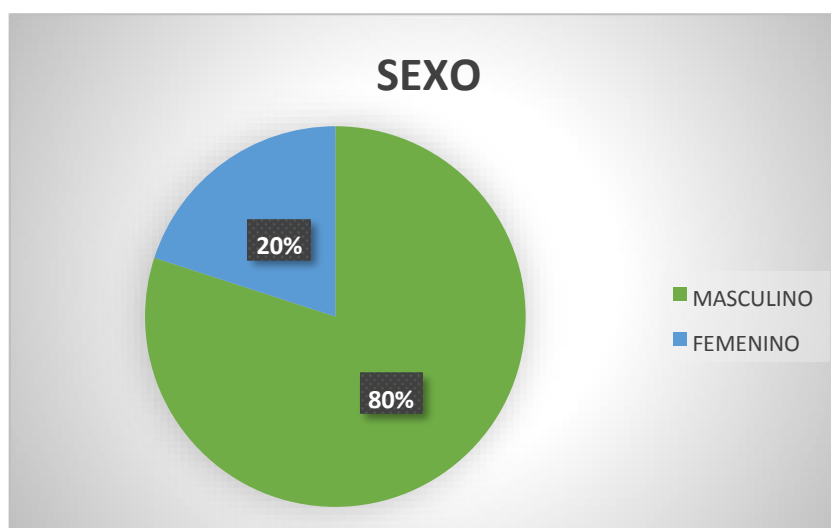
**Tabla 25. Distribución del sexo en paciente**

SEXO	N° PACIENTES
MASCULINO	20
FEMENINO	5

Fuente: Base de datos de estudio.

La distribución porcentual de los pacientes en relación con el sexo, está predominado por el sexo masculino en 80%, siendo por lo tanto 20% de las pacientes femeninas.

**Gráfica 16. Distribución porcentual del sexo en pacientes**



Fuente: Base de datos de estudio

○ **DÍAS DE ESTANCIA EN UCI**

**Tabla 26. Días de estancia en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)**

DÍAS DE ESTANCIA UCI	Nº PACIENTES
5 A 7	6
8 A 10	11
11 A 13	2
14 A 16	5
17 A 19	0
20 A 22	0
22 A 24	1

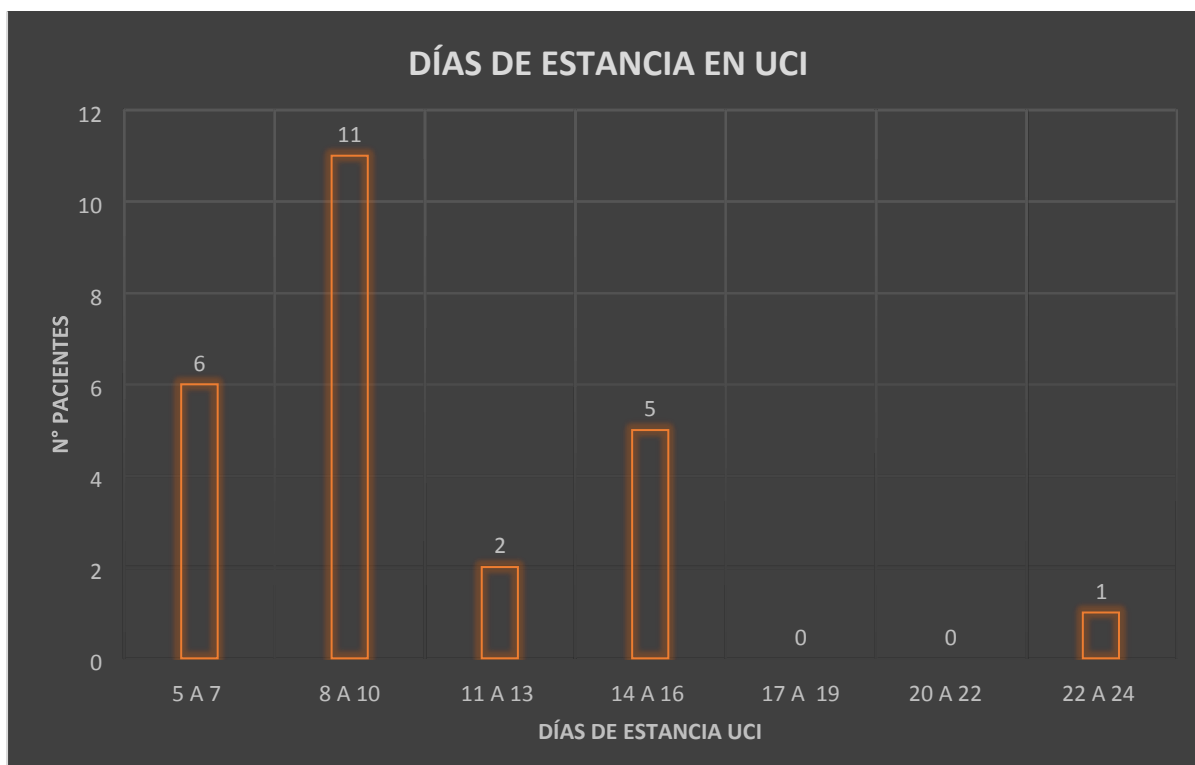
Fuente: Base de datos de estudio.

La mayor estancia registrada en UCI fue entre 8 y 10 días, seguido de estancias entre:

5 a 7 días (con 6 pacientes) y 14 a 16 días (5 pacientes)

**Gráfica 17. Días de estancia en UCI**





Fuente: Base de datos de estudio

#### ○ DIAGNÓSTICOS DE INGRESO A UCI

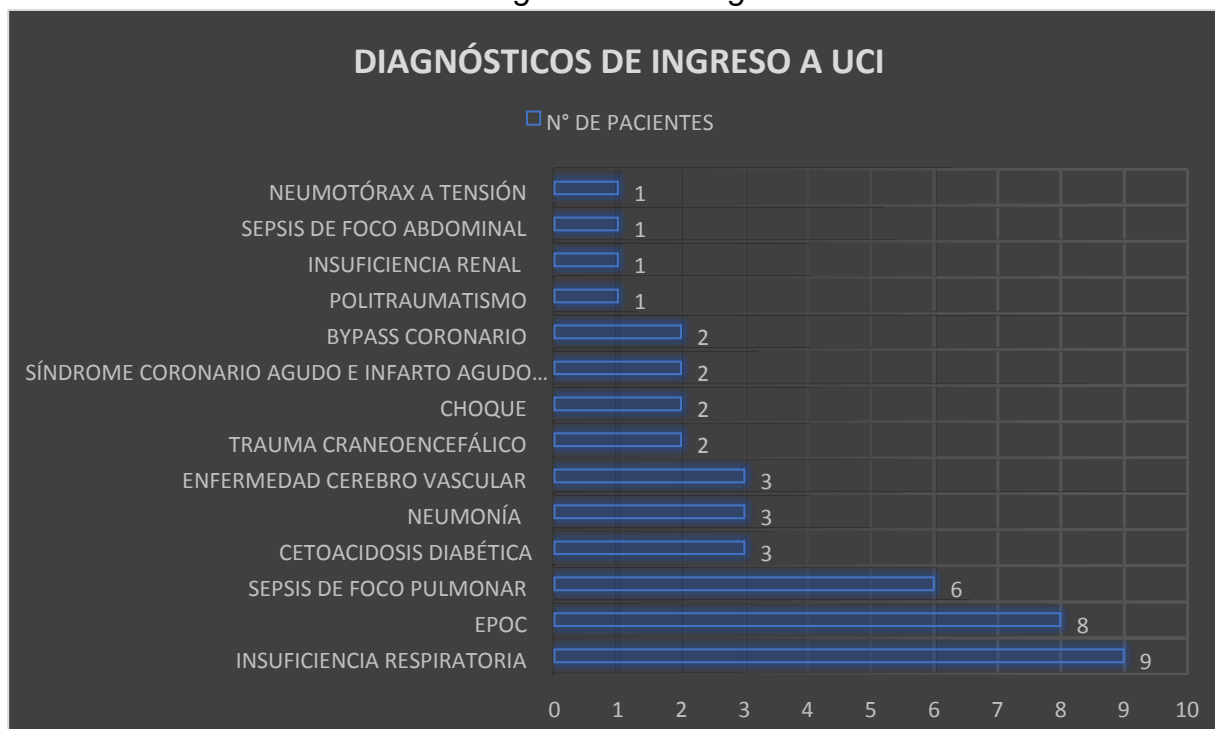
**Tabla 27. Diagnóstico de ingresos a UCI**

DIAGNÓSTICOS DE INGRESO A UCI	Nº DE PACIENTES
INSUFICIENCIA RESPIRATORIA	9
EPOC	8
SEPSIS DE FOCO PULMONAR	6
CETOACIDOSIS DIABÉTICA	3
NEUMONÍA	3
ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR	3
TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO	2
CHOQUE	2
SÍNDROME CORONARIO AGUDO E INFARTO AGUDO CORONARIO AGUDO	2
BYPASS CORONARIO	2
POLITRAUMATISMO	1
INSUFICIENCIA RENAL	1
SEPSIS DE FOCO ABDOMINAL	1
NEUMOTÓRAX A TENSIÓN	1

Fuente: Base de datos de estudio.

Los diagnósticos, que por paciente pueden ser múltiples, en su mayoría comprometen al sistema respiratorio (Insuficiencia respiratoria -9 pacientes - , EPOC – 8 pacientes- , sepsis de foco pulmonar -6 pacientes - y neumonías – 3 pacientes-).

**Gráfica 18. Diagnósticos de Ingreso a UCI**



Fuente: Base de datos de estudio.

## ○ PROCEDIMIENTOS (TOMOGRAFÍAS Y RADIOGRAFÍAS).

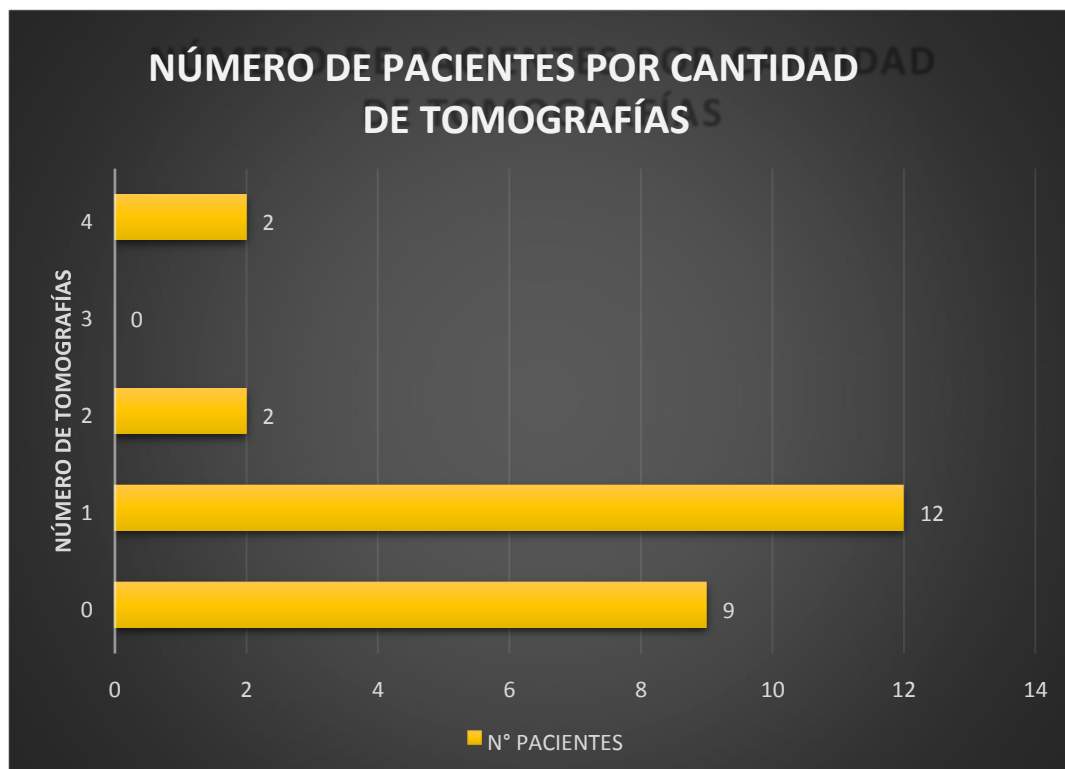
**Tabla 28. Tomografías realizadas por número de paciente**

TOMOGRAFÍAS REALIZADAS	Nº PACIENTES
0	9
1	12
2	2
3	0
4	2

Fuente: Base de datos de estudio.

Las tomografías no se realizaron en 9 pacientes, sin embargo, 12 paciente recibieron al menos 1 tomografías.

**Gráfica 19.** Número de pacientes por cantidad de tomografías



Fuente: Base de datos de estudio.

## TIPO DE TOMOGRAFÍA REALIZADAS

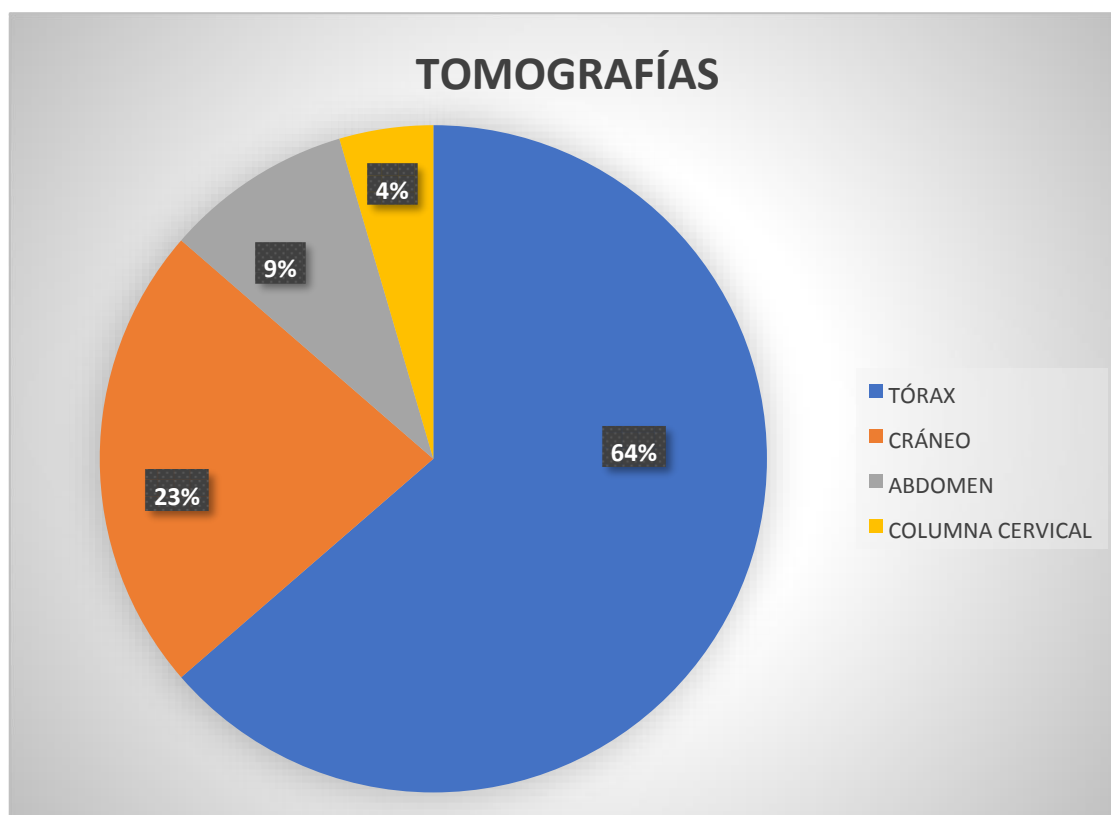
**Tabla 29.** Tipos de tomografías realizadas.

TIPO DE TOMOGRAFÍA	N° DE TOMOGRAFÍAS
TÓRAX	14
CRÁNEO	5
ABDOMEN	2
COLUMNA CERVICAL	1
COLUMNA TORÁCICA	1

El tipo de tomografía más realizada, fue de tórax, realizadas 14 veces y en orden descendente cráneo (5), abdomen (2) y columnas cervicales y torácica.

Fuente: Base de datos de estudio.

**Gráfica 20. Número de tomografías (por tipos)**



Fuente: Base de datos de estudio

## ○ RADIOGRAFÍAS REALIZADAS

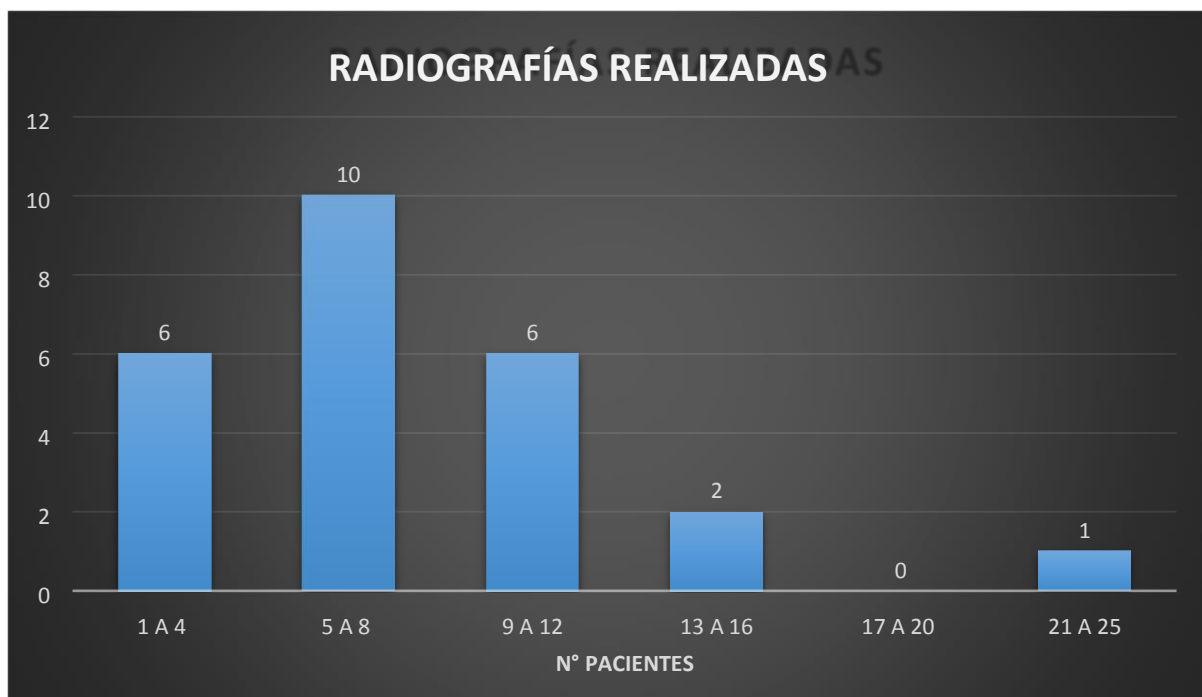
**Tabla 30. Rango de radiografías**

RADIOGRAFÍAS REALIZADAS	Nº PACIENTES	PROMEDIO
1 A 4	6	8
5 A 8	10	
9 A 12	6	
13 A 16	2	
17 A 20	0	
21 A 25	1	

Fuente: Base de datos de estudio.

Las radiografías fueron realizadas a todos los pacientes que participaron el estudio, como protocolo de la Unidad de Cuidados Intensivos, 10 pacientes le practicaron de 5 a 8 radiografías, 6 pacientes se le tomaron de 1 a 4 radiografías, así mismo igual número de pacientes se le practicaron de 9 a 12 radiografías. En promedio se realizaron aproximadamente 8 radiografías por paciente.

**Gráfica 21.** *Rango de radiografías por pacientes.*



Fuente: Base de datos de estudio

## ○ PACIENTES CON RADIACIÓN EN COMPARACIÓN CON LOS NO IRRADIADOS

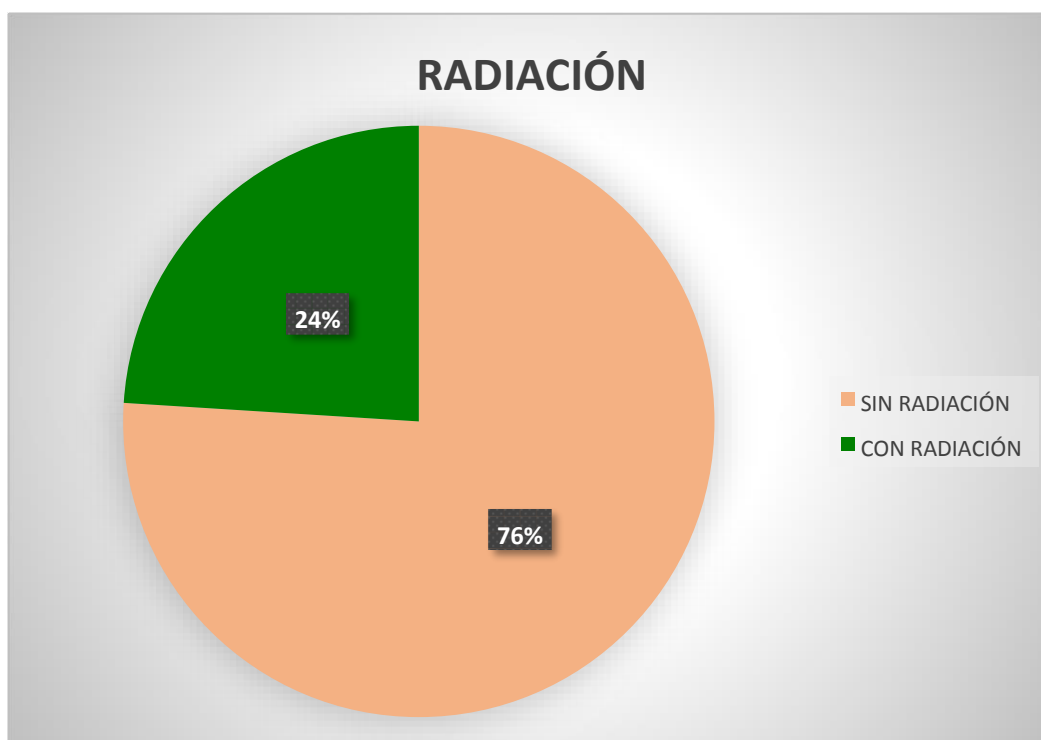
**Tabla 31.** *Pacientes con marcación de radiación*

RADIACIÓN	N° PACIENTES
SIN RADIACIÓN	19
CON RADIACIÓN	6

Fuente: Base de datos de estudio

Los pacientes cuyos dosímetros marcaron dosis mayor de 0mSv, se denominan “con radiación” y porcentualmente representan un 24%. Los pacientes que los que no se evidenció radiación (sin radiación) medido a través de los dosímetros representan un 76%.

**Gráfica 22.** Distribución porcentual de pacientes con y sin radiación.



Fuente: Base de datos de estudio

#### ○ DOSIS DE RADIACIÓN DE TEJIDO PROFUNDO

**Tabla 32.** Dosis de radiación de tejido profundo

DOSIS DE RADIACIÓN DE TEJIDO PROFUNDO	N° PACIENTES
0,0 - 0,10 mSv	0
0,11 - 0,20 mSv	1

0,21 - 0,30 mSv	4
>0,30 mSv	1

Fuente: Base de datos de estudio.

La dosis de radiación de tejido profundo se evidencia por encima de 0,10mSv. 1 paciente recibió radiación en dosis de 0,11 a 0,20 mSv y 4 pacientes con radiación 0,21 a 0,30 mSv y por encima de los 0,30 mSv un paciente.

**Gráfica 23.** Radiación en tejido profundo.



Fuente: Base de datos de estudio

#### ○ DOSIS DE RADIACIÓN DE TEJIDO SUPERFICIAL

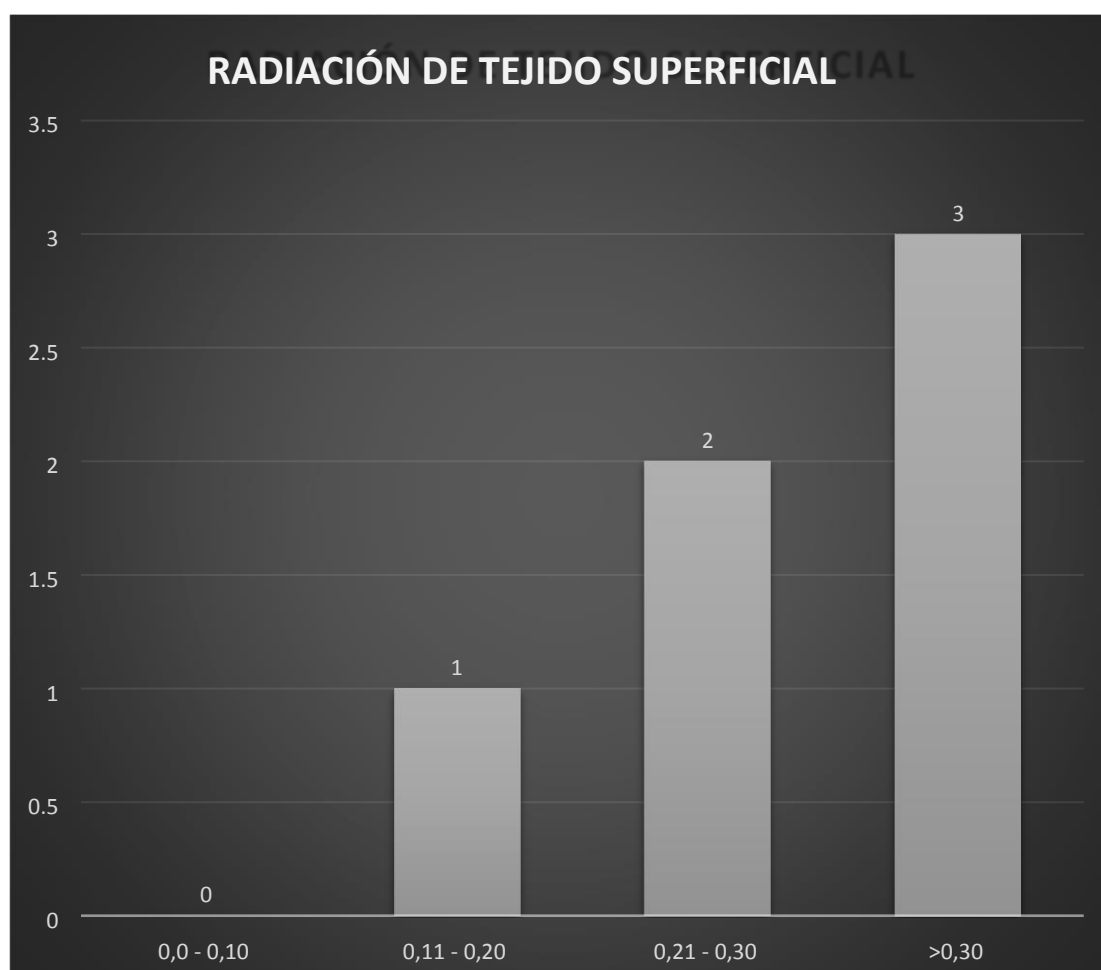
**Tabla 33.** Dosis de radiación de tejido superficial

DOSIS DE RADIACIÓN DE TEJIDO SUPERFICIAL	Nº PACIENTES
0,0 - 0,10 mSv	0
0,11 - 0,20 mSv	1
0,21 - 0,30 mSv	2
>0,30 mSv	3

Fuente: Base de datos de estudio.

La dosis de radiación en tejido superficial en todos los pacientes es superior 0,10mSv, en un (1) paciente 0,11 a 0,20 mSv, 0,21 a 0,30 mSv dos (2) paciente, más 0,30mSv tres (3) pacientes.

**Gráfica 24.** Radiación en tejido superficial



Fuente: Base de datos de estudio.

#### ○ DOSIS DE RADIACIÓN ACUMULADA

**Tabla 34. Dosis acumulada**

DOSIS ACUMULADA	Nº PACIENTES
0,0 - 0,10 mSv	0
0,11 - 0,20 mSv	1

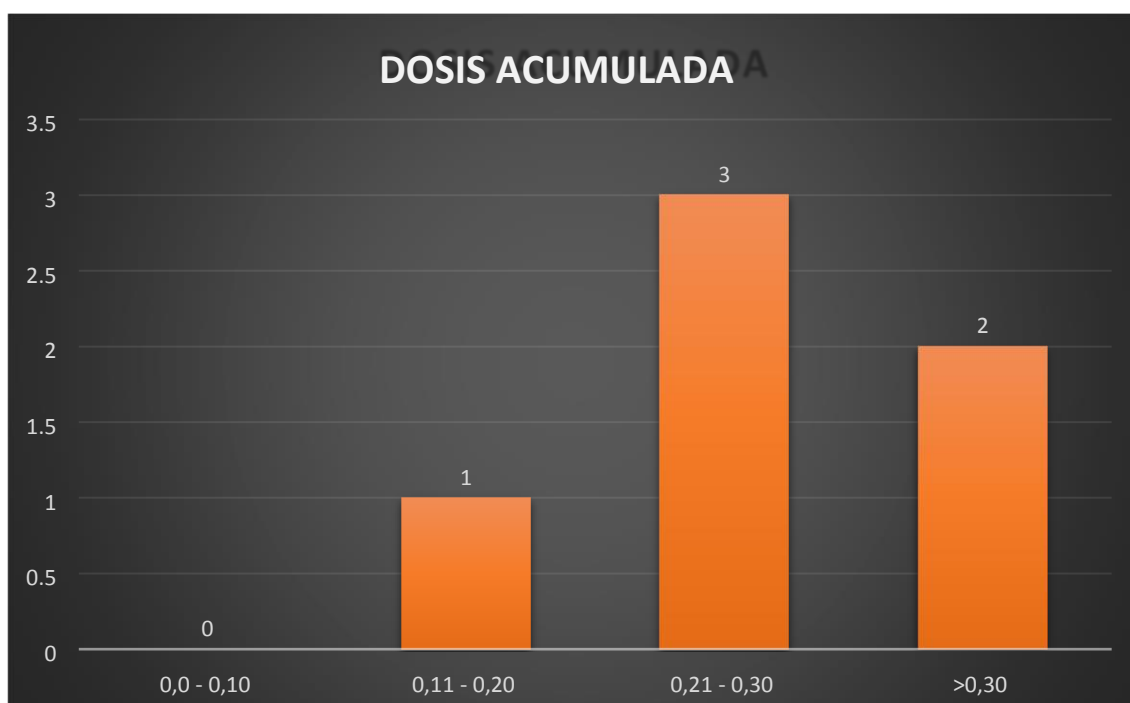


0,21 - 0,30 mSv	3
>0,30 mSv	2

Fuente: Base de datos de estudio.

La dosis acumulada, así como la superficial y profunda se evidencia por encima de 0.10mSv. En 3 pacientes se evidenció dosis de radiación entre 0,21mSv a 0,30mSv, 2 pacientes dosis acumulada por encima de 0,30 mSv, 0,11 mSv a 0,20mSv 1 paciente.

**Gráfica 25.** Radiación dosis acumulada.



Fuente: Base de datos de estudio.

## ○ CONDICIÓN FINAL

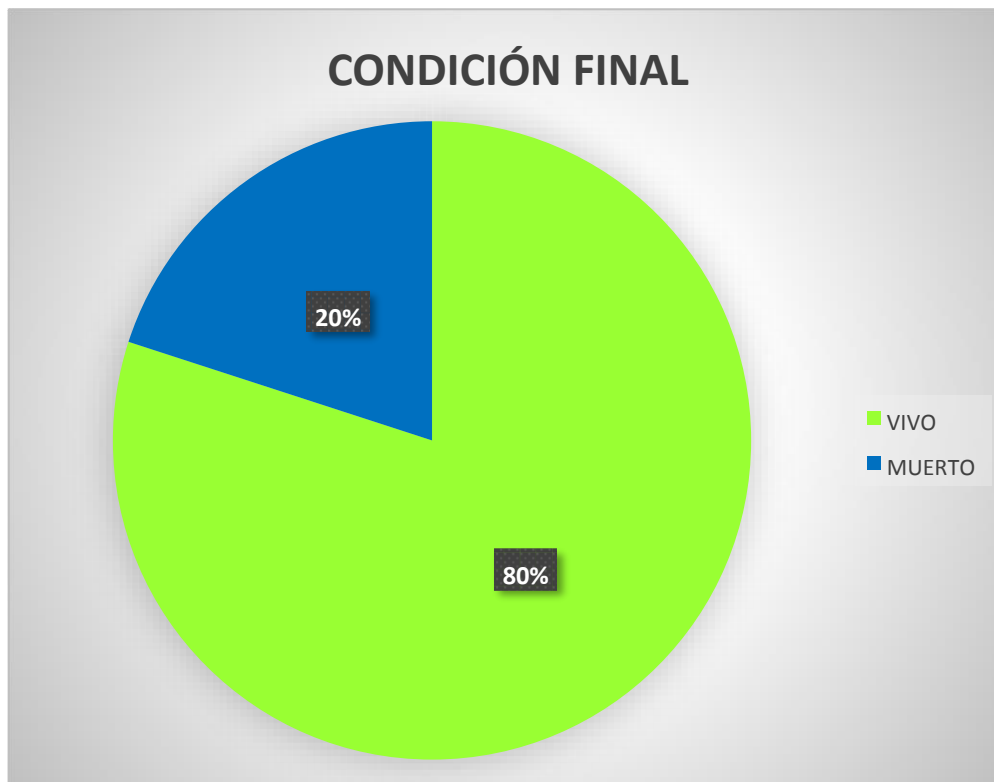
**Tabla 35. Condición final**

CONDICIÓN FINAL	Nº PACIENTES
VIVO	20
MUERTO	5

Fuente: Base de datos de estudio.

La condición final “vivo”, se describe en el 80% de los pacientes, 20% de los pacientes fallecieron.

**Gráfica 26. Condición final**



Fuente: Base de datos de estudio.

○ **RADIOGRAFÍAS REALIZADAS PACIENTES CON RADIACIÓN**

**Tabla 36. Radiografías realizadas (pacientes con radiación)**

RADIOGRAFÍAS REALIZADAS (PACIENTES CON RADIACIÓN)	Nº PACIENTES
1 A 4	0
5 A 8	2
9 A 12	3

13 A 16	1
17 A 20	0
21 A 25	0

Fuente: Base de datos de estudio.

Los pacientes en quienes se detectó radiación, le fueron practicada un promedio de 9 a 12 radiografías (en total 3 pacientes), a 2 pacientes se le practicaron entre 5 a 8 radiografías y a 1 paciente se le realizaron entre 13 a 16 radiografías.

#### ○ DOSIS DE RADIACIÓN ACUMULADA

**Tabla 37. Promedios de radiografías en pacientes con y sin radiación**

PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS EN PACIENTES CON RADIACIÓN	10
PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS EN PACIENTES SIN RADIACIÓN	7,2
PROMEDIO DE RADIOGRAFÍAS EN TODOS LOS PACIENTES	8

Fuente: Base de datos de estudio.

El promedio de radiografías en pacientes con radiación es superior con media de 10, en comparación con 7,2 radiografías en pacientes sin radiación.

#### **Gráfica 27. Promedios de radiografías**



Fuente: Base de datos de estudio.

#### ○ TOMOGRAFÍAS REALIZADAS EN LOS PACIENTES CON RADIACIÓN

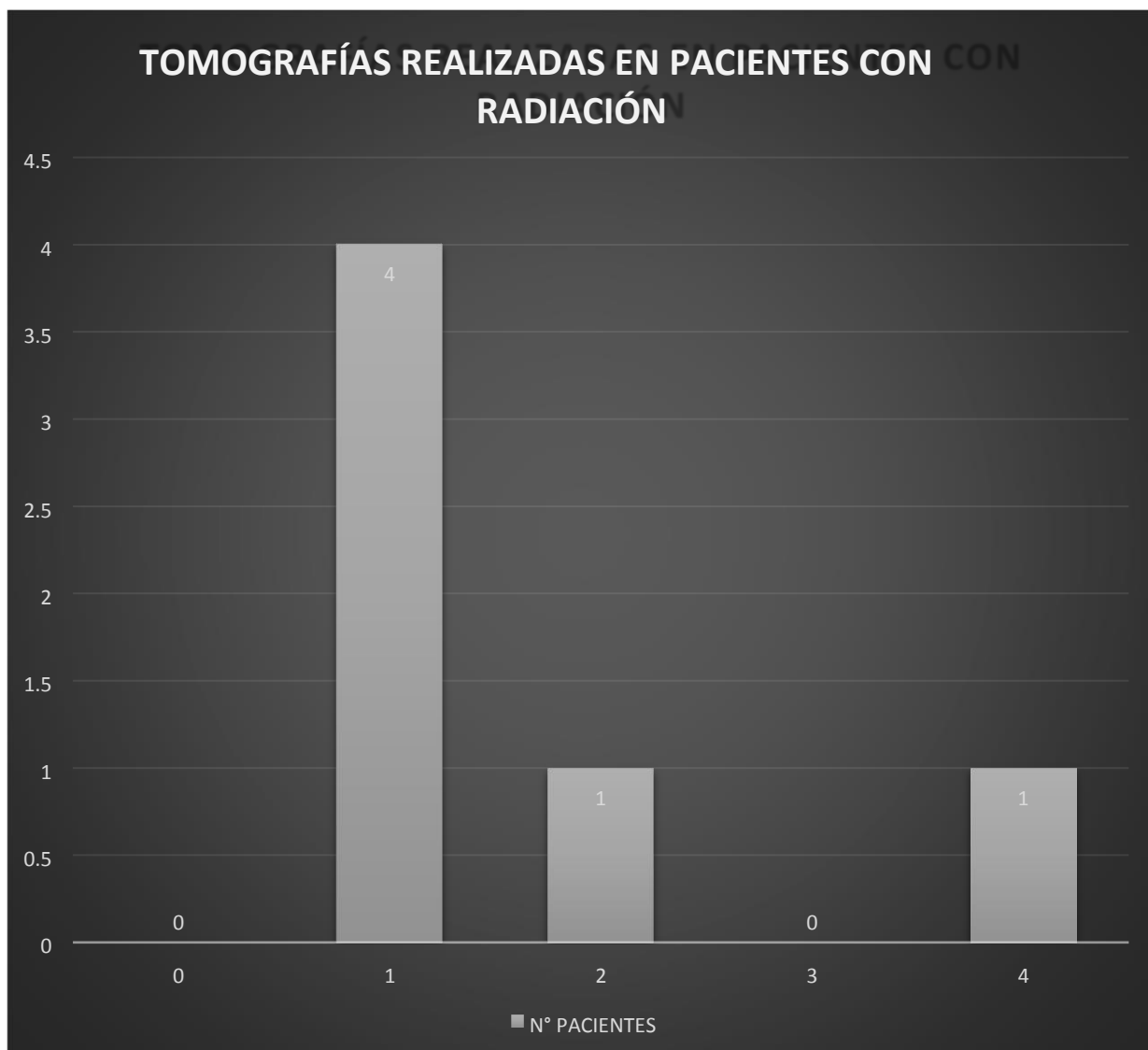
**Tabla 38. Tomografías realizadas en los pacientes con radiación**

TOMOGRAFÍAS REALIZADAS	Nº PACIENTES
0	0
1	4
2	1
3	0
4	1

Fuente: Base de datos de estudio.

Con respecto a las tomografías, 4 de los pacientes en los que se detectó radiación se le realizó una tomografía, a 1 paciente se le tomaron 2 estudios tomográficos y otro paciente más se le practicaron 4 tomografías.

**Gráfica 28.** *Tomografías realizadas en pacientes con radiación.*



Fuente: Base de datos de estudio.

#### ○ **DIAGNÓSTICOS DE INGRESOS A UCI**

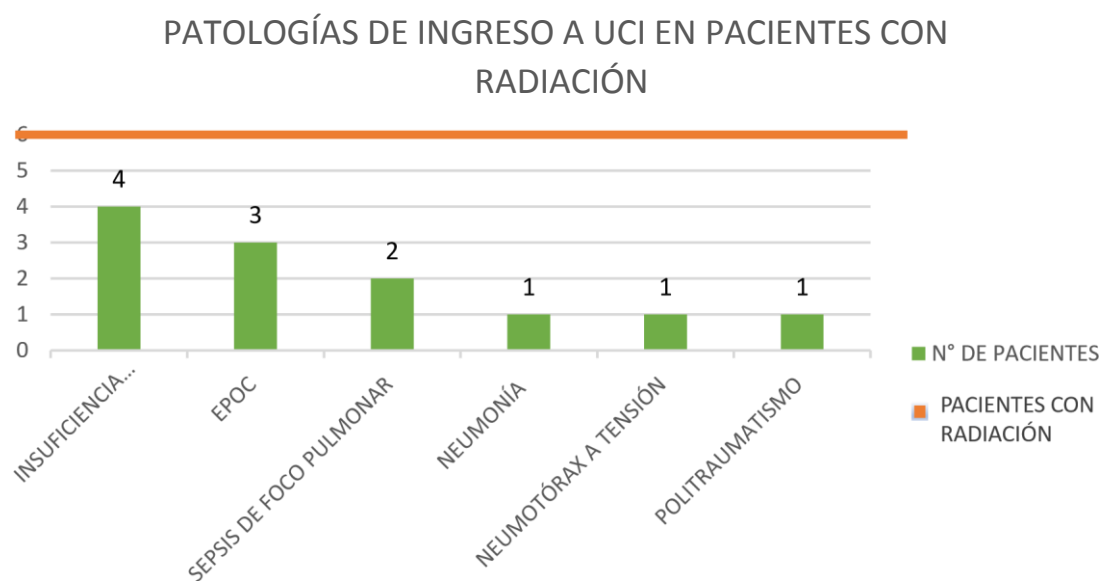
Los diagnósticos que prevalecieron en los pacientes con radiación fueron insuficiencia respiratoria en 4 pacientes, 3 pacientes con EPOC, 2 pacientes con sepsis de foco pulmonar y 1 paciente con Neumonía, neumotórax a tensión, Politraumatismo y trauma craneoencefálico.

**Tabla 39. Diagnósticos de ingreso a UCI**

DIAGNOSTICOS DE INGRESO A UCI	N° DE PACIENTES
INSUFICIENCIA RESPIRATORIA	4
EPOC	3
SEPSIS DE FOCO PULMONAR	2
NEUMONÍA	1
NEUMOTÓRAX A TENSIÓN	1
POLITRAUMATISMO	1
TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO	1
BYPASS CORONARIO	0
CETOACIDOSIS DIABÉTICA	0
CHOQUE	0
ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR	0
INSUFICIENCIA RENAL	0
SEPSIS DE FOCO ABDOMINAL	0
SÍNDROME CORONARIO AGUDO E INFARTO AGUDO CORONARIO AGUDO	0

Fuente: Base de datos de estudio.

**Gráfica 29. Diagnósticos de ingreso a UCI**



Fuente: Base de datos de estudio.

- **CONDICIÓN FINAL PARA PACIENTES CON RADIACIÓN**

**Tabla 40. Condición final pacientes con radiación.**

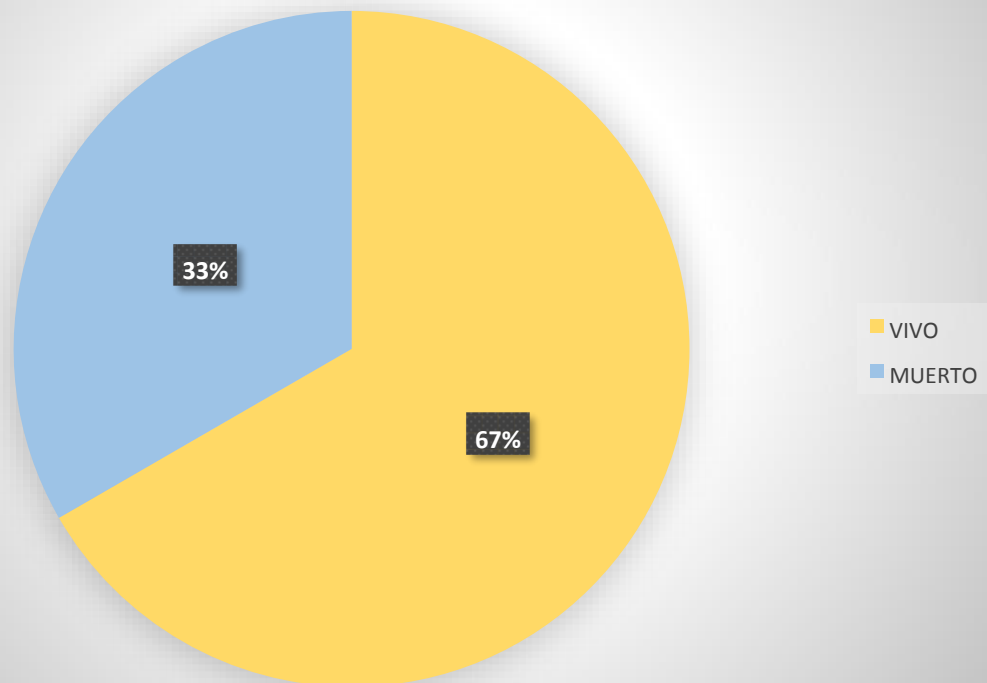
CONDICIÓN FINAL	N° PACIENTES
VIVO	4
MUERTO	2

Fuente: Base de datos de estudio.

Los pacientes con radiación murieron son porcentualmente 33% y 67% presentaron como condición final “vivo”.

**Gráfica 30. Condición final en pacientes con radiación**

## CONDICIÓN FINAL EN PACIENTES CON RADIACIÓN



Fuente: Base de datos de estudio.

## 6. DISCUSIÓN

La radiación ionizante, *persé* es dañina para la vida humana y para cualquier sistema biológico. Incluso en pequeñas dosis, puede dar inicios a una serie de acontecimientos que incrementan las mutaciones en células somáticas y germinales (49), de hecho, estudios epidemiológicos demostraron que individuos expuestos a altos niveles de radiaciones ionizantes tienen un riesgo aumentado de cáncer, leucemia en niños y jóvenes y en épocas más tardía de la vida de tiroides y mamas, en relación con lo anterior Segura y Téllez, en una revisión literaria, evidenciaron, que la radiación ionizante es potencialmente un agente etiológico para el cáncer de tiroides. (50)



El personal que desempeña su actividad en áreas que utilizan radiaciones ionizantes con fines diagnósticos o terapéuticos, sobrelleva una exposición mayor por las características laborales (51). Ahora bien, los pacientes también reciben dosis de radiación, la dosis efectiva que reciben los pacientes puede estimarse a partir de los datos concretos de sus estudios, por ejemplo, la dosis efectiva de una tomografía computarizada de encéfalo está en alrededor de 2mSv, esta dosis equivaldría aproximadamente a 10 meses de exposición a radiación natural (52).

En el presente trabajo, el personal asistencial en el que se establece dosis de radiación de cualquier tipo, en un 50% corresponde a los auxiliares de enfermería, 19% a las enfermeras (os) jefes y terapeutas respiratorios respectivamente, por su parte la población de pacientes con dosimetría mayor de 0mSv, fue del 24%.

En un estudio de casos y controles, De Alba y cols, donde se estudiaron aproximadamente a 100 pacientes a los que se le realizaron 303 estudios con radiación hospitalizados en sala, obtuvieron una radiación de 6.5 mSv (49), en pacientes hospitalizados en las Unidades Cuidados Intensivos, se realizaron 270 estudios con radiación, en donde obtuvieron una radiación total de 7.5mSv, lo anterior, permite determinar que la Unidad de Cuidados Intensivos, es una de las mayor fuente de radiación artificial de origen sanitario (49) .

Por otro lado, Servente Luquetti y cols, en un estudio descriptivo, longitudinal, retrospectivo, con una población de 110 pacientes, donde 54,1% se hizo más de una tomografía computarizada (principalmente abdominales y pelvis). 6,4% de los pacientes superaron una dosis de 100mSv y 14,5% recibieron dosis entre 50 y 100mSv. 20,9% de los pacientes, se hicieron más de cuatro tomografías, más de una al año (53).

En relación con la dosis acumulada en nuestro estudio, teniendo en cuenta los resultados obtenidos del seguimiento al personal asistencial, la mayor cantidad de dosis de radiación absoluta (promediada) la recibieron los (as) auxiliares de enfermería con una dosis acumulada de 0,135 mSv, seguido de las enfermeras (os)

jefes con una dosis acumulada de 0,12 mSv. Por otra parte, la dosis acumulada se evidenció en todos los pacientes con algún tipo de radiación, por encima de 0.10mSv, 3 pacientes se describieron con rango de dosis acumulada de 0,21mSv a 0,30mSv, 2 pacientes dosis acumulada por encima de 0,30 mSv, y en el rango de dosis de 0,11 mSv a 0,20 mSv 1 paciente.

En relación con los resultados previamente descritos, la dosificación de radiación en cualquier sitio en el que se utilice radiación ionizante es transcendental para la vigilancia y posterior control frente a potenciales daños a los individuos expuestos, así que, la Comisión Internacional de Protección de Radiología, (ICRP), determina que el límite de dosis acumulada por año no debe ser superior a los 20mSv, o lo que sería 100mSv en 5 años; en relación con la radioprotección a público general (pacientes) la exposición permitida corresponde a 1mSv a 2mSv por año (51). Ahora bien, que un individuo no asistencial y/ o que un trabajador sanitario llegue a dosis límites, no exime de un fatídico desenlace, de hecho, al superar límites de 20mSv, los trabajadores, llegan a una tasa de mortalidad de 8 por cada 100.000 habitantes, en cambio, el público en general, cuenta con dicha tasa de 5 por cada 100.000 habitantes. (54).

## **7. CONCLUSIONES**

- Desde comienzos de siglo las radiaciones ionizantes han sido utilizadas con fines médicos para el diagnóstico y tratamiento de algunas enfermedades. En la actualidad, la irradiación médica ocupa el primer lugar entre las fuentes artificiales de exposición del ser humano (55).
- En el estudio de dosis de radiación en piel en pacientes y personal asistencial en Unidades de Cuidados Intensivos de la ciudad de Pereira, Colombia, nos

permite concluir, de acuerdo con los resultados, que el 37% del personal asistencial y 24% de los pacientes, tuvieron dosis de radiación de cualquier tipo, es decir, 32% total de la población estudiada registró en los dosímetros dosis de radiación.

- Con respecto al personal asistencial con algún tipo de radiación, los auxiliares de enfermería fueron el 50% de los individuos estudiados con radiación marcada en dosímetro, a su vez se expusieron en promedio a 299 radiografías, el número más alto de radiografías realizado durante los 3 meses de estudio, en orden descendente su conducta frente a la exposición fue: salir de la Unidad De Cuidados Intensivos (40%), alejarse dentro de la Unidad (37%) – esta conducta fue la más alta de toda la población estudiada – compartir la protección con el técnico de rayos X, (22%), No tomar ninguna acción (quedarse en su actividad mientras toman la placa de rayos X) (1%), cabe resaltar que fue el cargo con mayor dosis acumulada: 0,135mSv de toda la población estudiada.
- Por otro lado, 24% fue la cantidad porcentual de los pacientes con radiación marcada en dosimetría, con un promedio de radiografías tomadas superior 2.8 veces que el de la población a la que no se le detectó radiación, a todos los pacientes con radiación, se le realizó al menos 1 tomografía y los diagnósticos con mayor incidencia de radiación fueron en orden descendente: insuficiencia respiratoria, EPOC, sepsis de foco pulmonar, neumonía, neumotórax a tensión y politraumatismo. Dado el predominio de patologías de tracto respiratorio, se asume que el número de radiografías de tórax es, mayor puesto que es la forma de corroborar evolución de la patología. En cuanto a la dosis acumulada, todos los pacientes superaron 0,10mSv, 3 pacientes marcaron rango entre 0,21 mSv y 0,30mSv, 2 pacientes en mayor de 30 mSv, y 1 paciente entre 0,11mSv y 0,20mSv.
- De lo anterior, se puede concluir, que la dosis de radiación acumulada, se evidenció más en el personal asistencial con mayor cantidad de radiografías promediada asistidas y cuya conducta de “alejarse” fue la más alta de toda la

población estudiada, lo que ofrece menor seguridad ante la exposición. Por su parte, los pacientes con radiación, presentaban mayor exposición a rayos X y tomografías computarizadas, es menester aclarar que, la dosis máxima acumulada se dio en los pacientes, por ser los directamente más expuestos ante la fuente de radiación.

- A pesar que se detectó dosis de radiación en pacientes y personal asistencial que labora en las Unidad de Cuidados Intensivos de la ciudad de Pereira - Colombia, la cual es de alto riesgo, esta no superó la dosis permitida por la Comisión Internacional De Protección Radiológica (ICRP). Sin embargo, no se puede estimar que esta dosis medida en 3 meses se mantenga sin sobrepasar la dosis permitida cuando se extienda a 1 año, por lo que se requiere un estudio con mayor tiempo, (propuesto a un año) para poder establecer, si esta radiación sobrepasa la permitida y para realizar una mejor vigilancia de la dosis de radiación que recibe el personal asistencial que en sus diversos roles labora en la Unidad De Cuidados Intensivos. Así mismo se propone el seguimiento de los pacientes a los que se les registró mayor dosis de radiación, con el fin de establecer si hay afectación a su salud.
- Con esta investigación se plantea la necesidad de protección a los profesionales de salud que laboran en UCI, mientras se esté realizando la toma de rayos X, especialmente a las auxiliares de enfermería y los terapeutas respiratorio, que son las más expuestos, ya que alejarse de la unidad no evita la radiación y salir de la UCI puede poner en riesgo a los pacientes.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. Organización Mundial Salud. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2016 [citado 10 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/newsroom/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health->

effects-and-protectivemeasures#:~:text=la%20radiaci%C3%B3n%20ionizante%3F-.La%20radiaci%C3%B3n%20ionizante%20es%20un%20tipo%20de%20energ%C3%ADa%20liberada%20por,una%20forma%20de%20radiaci%C3%B3n%20ionizante.

2. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Radiación, efectos y fuentes. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2016 p. 27-8. (PNUMA).
3. Cascón A. Radiaciones ionizantes en las prácticas médicas. 2014;80-2.
4. Galimany Masclans J, Blanca Yela L. El riesgo de radiación en la unidad de cuidados intensivos. Enferm Intensiva. 2013;2:49-50.
5. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, et al. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. New England Journal of Medicine. 2009;361(9):849-57
6. Hart D, Wall B. Radiatio exposure of the UK population from medical and dental X-ray examinations: NRPB Chilton, UK; 2002.
7. Chahine-Malus N, Stewart T, Lapinsky SE, Marras T, Dancey D, Leung R, et al. Utility of routine chest radiographs in a medical–surgical intensive care unit: a quality assurance survey. Critical care. 2001;5(5):271.
8. Velazquez Santa C, Henao Rincón D, Echavarría Vinasco O, Coronado Loaiza L. Dosis absorbida de radiación ionizante proveniente de un equipo de rayos x por el personal de la UCI en Manizales 2008 - 2009. Fundación Universitaria del área Andina. 2009;1(1):56-61.
9. Tolsma M, Rijpstra TA, Schultz MJ, Mulder PG, van der Meer NJ. Significant changes in the practice of chest radiography in Dutch intensive care units: a web-based survey. Annals of intensive care. 2014;4(1):10.
10. Heidbuchel H, Wittkamp FH, Vano E, Ernst S, Schilling R, Picano E, et al. Practical ways to reduce radiation dose for patients and staff during device implantations and electrophysiological procedures. Europace. 2014;16(7):94664.
11. Galimany JM, Blanca IY. The risk of radiation in the intensive care unit. 2013.
12. Arqueta JD, Puyol MI, Ostiz C, Urdiain M, Pérez R. La placa de tórax en pacientes encamados en la unidad de cuidados intensivos.

13. De Alba Guevera C, Bermea Mendoza JH, Franco HA, Onofre Castillo J, Valero Castillo R, De Alba Quintanilla F. Dosis de radiación al paciente en cuidados intensivos. *Anales de Radiología México*. 26 de octubre de 2014;13:45-52.
14. Siddiqui SS, Jha A, Konar N, Ranganathan P, Deshpande DD, Divatia JV. Radiation exposure among medical professionals working in the Intensive Care Unit. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. septiembre de 2014;18(9):47-51.
15. Comisión Europea de Protección Radiológica 118. Guía Orientativa de Justificación en Diagnóstico por imagen [Internet]. España: Comisión Europea de Protección Radiológica; 2008 p. 2. Report No.: 118. Disponible en: <https://www.sergas.es/Docs/Profesional/BoaPracticaClinica/Guia%20Orientativa%20diagnostico%20por%20imagen.pdf>
16. Leppek K, Bertrams SS, Höltermann W, Klose KJ. Strahlenexposition durch Röntgenthoraxaufnahmen auf der Intensivstation. *Der Radiologe*. 1998;9(98):730-6.
17. Ministerio de Salud y Protección Social. Colombia cuenta actualmente con 5841 UCI [Internet]. Minsalud. 2020 [citado 10 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Colombia-cuenta-actualmente-con-5845-UCI-.aspx>
18. Menzel H-G. International commission on radiation units and measurements. *Journal of the ICRU*. 2014;14(2):1-2.5.
19. Xie Z, Liao X, Kang Y, Zhang J, Jia L. Radiation Exposure to Staff in Intensive Care Unit with Portable CT Scanner. *BioMed Research International*. 2016;1-4.
20. Olgar T, Onal E, Bor D, Okumus N, Atalay Y, Turkeyilmaz C, et al. Radiation exposure to premature infants in a neonatal intensive care unit in Turkey. *Korean journal of radiology*. 2008;9(5):416-9.
21. Yee MV, Barron RA, Knobloch TA, Pandey U, Twyford C, Freebairn RC. Radiation exposure of ventilated trauma patients in intensive care: a retrospective study comparing two time periods. *European Journal of Emergency Medicine*. 2012;19(4):231-4.
22. Fernández R, Moreno-Torres M, Contreras AM, Núñez MI, Guirado D, Peñas L. Patient and staff dosimetry during radiographic procedures in an intensive care unit. *Journal of Radiological Protection*. 2015;35(3):727.

- 23.El Diario. En Risaralda aún hay buena disponibilidad de camas UCI. 10 de mayo de 2020.
- 24.Amy B. Reed Rutherford's Vascular Surgery and Endovascular Therapy, Chapter 24, 265-273.e1.
- 25.Judith Ann Smith y Anuja Jhingran Comprehensive Gynecology, 27, 635-654.e1
- 26.Richards J. Cómo las radiaciones alteran los objetivos. Revista Mexicana de Física E 64 (2018) 169–180
- 27.(Torres L. Bengtsson. Las radiaciones de la vida cotidiana. Universidad nacional de Cuyo. Instituto Balseiro. CNEA. 2019.)
- 28.Sociedad Nuclear de España. Información sobre radiaciones ionizantes. SNE. 2015.
- 29.(Ministerio de salud y protección social. Resolución número 0000482.).
- 30.(Programa de las naciones unidas por el medio ambiente. Radiación, efectos y fuentes. 2016. Pnuma
- 31.(Dixon R. Ogden K. A field guide to radiation safety terminology. Endovascular today. August 2016. VOL 15. N.8)
- 32.(Venneri L, Rossi F, Botto N, et al. Cancer risk from professional exposure in staff working in cardiac catheterization laboratory: insights from the National Research Council's Biological Effects of Ionizing Radiation VII Report. Am Heart J. 2009;157(1):118-124. doi:10.1016/j.ahj.2008.08.009)
- 33.Vano E, et al. Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel. - PubMed - NCBI. [Acceso 24 Jul 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>?)
- 34.Herranz Eva. Estudio de técnicas de imagen, radiaciones ionizantes y sus aplicaciones en radioterapia. Universidad Politécnica de Madrid. Febrero, 2019.
- 35.Ubeda de la C C, Nocetti G. D, Inzulza C. A, Oyarzún C. C, Alarcón E. R. Magnitudes y unidades para dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto en radiodiagnóstico e intervencionismo. Revista chilena de radiología. 2018;24(1):5-11.

36. International Commission on Radiation Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP 103. Ann ICRP 2007;37: 2-4.
37. Doll R., and Peto R.: The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. J Natl Cancer Inst 1981; 66: pp. 1191-1308
38. Richard L. Wahl Técnicas de Imagen. Abeloff. Oncología clínica, 16, 254-283.
39. Jonathan Bury Responses to Cellular Injury. Underwood's Pathology, 5, 77-94.
40. Steven R. Patierno Factores Ambientales. Abeloff. Oncología clínica, 10, 139153.
41. Rappaport S.M.: Implications of the exposome for exposure science. J Exp Sci Environ Epidemiol 2011; 21: pp. 5-9.
42. García Escandon, Fernández González, Castell Salvá, Valls Fontanls; Radiaciones ionizantes, Comisión de Salud Pública; Protocolos de Vigilancia Sanitaria específica.
43. Badel A, Rico-Mesa J, Gaviria M, Arango-Isaza D, Hernández Chica C. Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica. Revista Colombiana de Cardiología. 2018;25(3):222-229.
44. Radiological Society of North America. Dosis de radiación en los exámenes por rayos X y por TC/TAC [Internet]. 2019. Available from: <https://www.radiologyinfo.org/sp/pdf/safety-xray.pdf>
45. Vañó E. et al. Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology. - PubMed - NCBI. [Acceso Jul 26 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10195011>
46. Oficina Internacional del Trabajo. Protección de los trabajadores frente a la radiación [Internet]. Ginebra; 2011 p. 2 -3. Available from: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_158314.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_158314.pdf)
47. Estévez Echanique. Dosimetría Radiológica. Quito, p. 12 – 18; 2018.
48. Lonegro L, Rinaldi A, Zerba M, Gil SM, Criterios básicos de radioprotección. Ped.Práctica. Vol 3(2). 1- 76. Diciembre 2012.



49. De Alba – Guevara C, Bermea – Mendoza JH, Franco – Herbert A, Onofre – Castillo JJ, Valero – Castillo R, De Alba – Quintanilla F. Dosis de radiación al paciente en cuidados intensivos. *Anales de Radiología México* 2014;13:45-52.
50. Segura, W. Téllez D. Riesgo de desarrollar cáncer de tiroides y radiólogos y tecnólogos de radiología con exposición ocupacional. *Rev.Medica.Sanitas* 12 (2): 42-48, 2009.
51. Lonegro L, Rinadli A, Zerba M, Gil SM. Criterios básicos de radioprotección. *Pediatría práctica*. Diciembre 2012; Vol. 3 (2): 1- 76.
52. Ramos Oswaldo, Villarreal Manuel. Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico. *Revista Chilena de Radiología* 2013; 19(1): 05-11.
53. Liliana Servente Luquetti\*, Flavia Martinucci Silva, Nahiara Chozza Lecuna, Héctor Hartmann Larronda , María Irazoqui Cortazzo , Carolina Maguna Baubeta† , Lucía Romero Larrosa , Luis Dibarboure Bassagoda. Dosis acumulada en tomografía computada 2014-2017: análisis descriptivo de una población del Hospital de Clínicas. *Rev Méd Urug* 2018; 34(3):139-148. doi:10.29193/RMU.34.3.1.
54. Arias CF. La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Rev Panam Salud Pública*. 2006;20(2/3);188–97.
55. Díaz-Valecillos M, Fernández J, Rojas A, Valecillos J y Cañizales J. Alteraciones cromosómicas en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. *Invest. clín* v.45 n.3 Maracaibo set. 2004.

**ANEXO A. CARTA DE ACEPTACIÓN DEL COMITÉ DE BIOÉTICA.**

NOTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO CON RIESGO

Pereira, 22 de julio de 2019

Señor(a)

**Carmen Lorena Gómez Vanegas**

Investigador Principal

Referencia: proyecto “Dosis Piel De Radiación En Pacientes Y Personal De La Salud En Unidades De Cuidados Intensivos De La Ciudad De Pereira – Risaralda, Colombia.”.

El Comité de Bioética de la Universidad Tecnológica de Pereira, ubicado en el edificio 1, oficina 1ª-404 en la carrera 27 #10-02 del barrio Los Álamos de Pereira, con teléfono (6) 3137114, en reunión ordinaria efectuada el día de hoy, según acta No. 13, punto 4.1, numeral 4.1.3, ha aprobado el proyecto “**Dosis Piel De Radiación En Pacientes Y Personal De La Salud En Unidades De Cuidados Intensivos De La Ciudad De Pereira – Risaralda, Colombia**”, clasificado como investigación con **RIESGO MINIMO**. El CBE-UTP deja constancia de lo siguiente:

- Los autores del proyecto están calificados para ejecutarlo.
- El proyecto posee las condiciones bioéticas y científicas adecuadas y justifica la relación entre los riesgos y los beneficios predecibles para los participantes.
- El consentimiento informado escrito contiene la información requerida y los autores establecen claramente cómo entregarán la información a los participantes.
- El proceso de selección e inclusión de los participantes queda claramente establecido.
- Los autores están comprometidos en que cualquier cambio substancial en el proyecto original o la aparición de un evento adverso serio debe ser reportado al CBE-UTP tan pronto como sea posible por el investigador principal, para las consideraciones y pronunciamientos pertinentes.

El CBE-UTP se acoge a las normas y estándares éticos, legales y jurídicos vigentes para la investigación en seres humanos (resolución 8430 de 1993, resolución 2378 de 2008 y Declaración de Helsinki). El CBE-UTP cuenta con **12** miembros activos y considera quórum a la presencia de la mitad más uno de sus miembros.

Atentamente,



Carlos Eduardo Gallego González  
Presidente Comité de Bioética  
Universidad Tecnológica de Pereira

## ANEXO B. CONSENTIMIENTOS INFORMADOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.  
POSTGRADO DE MEDICINA CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO  
Proyecto: Dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en unidades de cuidados intensivos la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia.

SEÑOR PARTICIPANTE, LEA ATENTAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y FIRME SOLO SI  
ESTÁ DE ACUERDO

Como estudiante de postgrado de la Universidad Tecnológica de Pereira, me encuentro desarrollando una investigación en la Clínica Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge y la Clínica San Rafael -Pinares, con el fin de evaluar la dosis acumulada de radiación durante la estancia en la Unidad de Cuidado Intensivo. Esta investigación no está relacionada ni afectará el motivo de la hospitalización, el tratamiento, la atención o el pronóstico. Su participación es completamente voluntaria y puede retirarse en el momento que lo considere.

Si usted acepta participar en este estudio lo que deberá hacer es:

g. Firmar este consentimiento informado

- Contestar una encuesta sobre sus datos personales y permitir el acceso a la información de su historia clínica.
- Permitir llevar durante su estancia en la Unidad de Cuidado Intensivo un dispositivo (Dosímetro TLC) al que se le asignará un número y posteriormente se personalizará con el nombre de cada participante. Este dispositivo, permite la medición de la radiación recibida durante la estancia en la unidad de cuidados intensivos. El dispositivo lo portará dentro y fuera de la UCI (en los casos que el paciente deba ser trasladado a otro servicio dentro de la misma atención en UCI: cirugía, hemodinamia, radiología etc.). No deberá ser retirado en ningún momento de la atención.
- Su decisión de participar o no en este estudio no afectará el tratamiento que recibe por parte del personal asistencial de la clínica, no le generará compensación de ningún tipo.

No obtendrá ningún informe de los resultados de la investigación, pero contribuirá enormemente al desarrollo científico.

Si tiene alguna duda comuníquese con los autores de la investigación:

Carmen Lorena Gómez Vanegas. Teléfono: 3007095575

#### AUTORIZACIÓN

Yo, \_\_\_\_\_ identificado con CC \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ certifico que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar en la investigación.

Se firma en la ciudad de \_\_\_\_\_ a los \_\_\_\_ días, del mes \_\_\_\_\_ del año 201\_\_.

\_\_\_\_\_  
Firma del paciente o representante legal  
Cédula:

\_\_\_\_\_  
Testigo  
Cédula:

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PERSONAL ASISTENCIAL.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.  
POSTGRADO DE MEDICINA CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO

Proyecto: Dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en unidades de cuidados intensivos la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia. SEÑOR PARTICIPANTE, LEA ATENTAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y FIRME SOLO SI ESTÁ DE ACUERDO

Como estudiante de postgrado de la Universidad Tecnológica de Pereira, me encuentro desarrollando una investigación en la Clínica Comfamiliar, Hospital Universitario San Jorge y Clínica San Rafael sede pinares (Megacentro) con el fin de evaluar la dosis acumulada de radiación durante la estancia en la Unidad de Cuidado Intensivo de pacientes y personal asistencial: Intensivistas, Enfermeros, auxiliares de enfermería y terapeutas respiratorio, durante un periodo de tres meses. Su participación es completamente voluntaria y puede retirarse en el momento que lo considere.

Si usted acepta participar en este estudio lo que deberá hacer es:

- Firmar este consentimiento informado.
- Contestar una encuesta sobre sus datos personales.
- Portar durante su Jornada Laboral en la Unidad de Cuidado Intensivo un dispositivo (Dosímetro TLC) que permite la medición de la radiación captada. Este dispositivo, no podrá salir de la UCI.
- Su decisión de participar o no en este estudio no afectará la relación laboral que sostiene con la institución. Tampoco le generará compensación de ningún tipo.

No obtendrá ningún informe de los resultados de la investigación, pero contribuirá enormemente al desarrollo científico.

Si tiene alguna duda comuníquese con los autores de la investigación:

Carmen Lorena Gómez Vanegas. Teléfono: 3007095575

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, \_\_\_\_\_ identificado con cc \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ certifico que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar en la investigación.

Se firma en la ciudad de \_\_\_\_\_ a los \_\_\_\_ días, del mes \_\_\_\_\_ del año 201\_\_.

\_\_\_\_\_  
Firma del trabajador

Cédula:

\_\_\_\_\_  
Testigo

Cédula:

## **ANEXO C. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN**  
**DATOS PACIENTES** UNIVERSIDAD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.  
POSTGRADO DE MEDICINA CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO

**Proyecto: Dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en unidades de cuidados intensivos la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia.**

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha ingreso a UCI \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Documento: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: F: \_\_\_\_\_ M: \_\_\_\_\_

Estado Civil: \_\_\_\_\_ Escolaridad: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Residencia: \_\_\_\_\_

Natural de: \_\_\_\_\_ Estrato: \_\_\_\_\_ Zona: Rural: \_\_\_\_\_ Urbana: \_\_\_\_\_

Acompañante: \_\_\_\_\_ Parentesco: \_\_\_\_\_

Diagnóstico De Ingreso: \_\_\_\_\_

Diagnóstico De Egreso: \_\_\_\_\_

Estancia Total En UCI: \_\_\_\_\_

Salida Del Paciente:

Cirugía: \_\_\_\_\_ Hemodinamia: \_\_\_\_\_ Radiología. \_\_\_\_\_ Fuera de la Institución: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ Índice de Masa Corporal. \_\_\_\_\_

Número y código del Dosímetro:

\_\_\_\_\_

Fecha De Entrega Del Dosímetro: \_\_\_\_\_

Fecha De Retiro Del Dosímetro: \_\_\_\_\_

Causa De Salida De UCI: \_\_\_\_\_

Fecha Salida De UCI \_\_\_\_\_

Total, estudios realizados:

RX De Tórax: \_\_\_\_\_

**Otros:** \_\_\_\_\_



## DATOS PACIENTES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

## POSTGRADO DE MEDICINA CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO

**Proyecto: Dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en unidades de cuidados intensivos la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia.**

## ESTUDIOS PACIENTES.

**Institución:** \_\_\_\_\_ **Fecha ingreso a UCI** \_\_\_\_\_

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Documento:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_.

[illegible]


RX (RADIOGRAFÍA DE TÓRAX) RA (RADIOGRAFÍA DE ABDOMEN) TC (TAC DE CRÁNEO), TA (TAC DE ABDOMEN), TT:(TAC DE TÓRAX), H (HEMODINAMIA) O: (OTRO),



**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE  
DATOS PERSONAL ASISTENCIAL  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.  
POSTGRADO DE MEDICINA CRÍTICA Y CUIDADO INTENSIVO**

**Proyecto:**

**Dosis piel de radiación en pacientes y personal de la salud en unidades de cuidados intensivos la ciudad de Pereira – Risaralda, Colombia.**

**Institución:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Documento:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_ **Grupo étnico:** \_\_\_\_\_

**Género:** F: \_\_\_\_\_ M: \_\_\_\_\_ **Estado Civil:** \_\_\_\_\_ **Escolaridad:** \_\_\_\_\_

**Ocupación:** \_\_\_\_\_ **Residencia:** \_\_\_\_\_

**Tel:** \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Total Horas**

**Laboradas:** \_\_\_\_\_

**Estrategia de protección:**

Ninguna																			
Salir de la UCI																			





Ninguna																								
Salir de la UCI																								
Alejarse dentro de la UCI.																								
Compartir Protección con el Técnico.																								

Ninguna																								
Salir de la UCI																								
Alejarse dentro de la UCI.																								
Compartir Protección con el Técnico.																								

Ninguna																								
Salir de la UCI																								
Alejarse dentro de la UCI.																								
Compartir Protección con el Técnico.																								

Ninguna																								
Salir de la UCI																								
Alejarse dentro de la UCI.																								
Compartir Protección con el Técnico.																								

Ninguna																								
Salir de la UCI																								
Alejarse dentro de la UCI.																								
Compartir Protección con el Técnico.																								

## ANEXO D. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN



Código	Apellidos	Nombres	Género	Ocupación	Documento de Identidad	Fecha de Ingreso al Servicio MM-AA	Periodo Uso Dosímetro		Periodo Recambio	Ubicación del dosímetro	Tipo de Radiación de la exposición	Dosis del Periodo (mSv)	Dosis del Periodo (mSv)	Dosis del Periodo (mSv)	Dosis Acumulada desde el ingreso (mSv)	Dosis Acumulada último Año (mSv)
							Primer Día	Último Día				Hp(10)	Hp(0.07)	Hp(3)	Hp(10)	31/12/2018 Hp(10)

**Columna 1:** Código del usuario, el cual es un número interno consecutivo que se le asigna a cada usuario para identificarlo. La numeración comienza en el 01 y aumenta según el número de usuarios que la compañía tiene y ha tenido en la actualidad.

**Columna 2 y 3:** Nombres y apellidos del usuario.

**Columna 4:** Información del género del usuario

**Columna 5:** ocupación a la que se dedica el usuario. Estas se identifican a través de las siguientes siglas: **T**=Teleterapia, **B**=Braquiterapia, **N**=Medicina Nuclear, **G**=Gammagrafía industrial, **F**=Medidores fijos, **I**=Investigación, **D**=Densímetro nuclear, **M**=Medidores móviles, **E**=Docencia, **P**=Perfilaje y registro, **T**=Trazadores, **H**=Hemodinamia, **X**=RX periapicales, **R**=Radiodiagnóstico, **S**=Cirugía Fluoroscopia, **U**= Universidad.

**Columnas 6 al 10:** Información del documento de identidad, fecha de ingreso al servicio dosimétrico, periodo de uso (1 a 30 días), periodo de recambio donde se indica el mes, bimestre o trimestre.

**Columna 11:** Información de ubicación del dosímetro, que para este caso será el las manos.

**Columna 12:** Indica la calidad de energía recibida por el usuario (Partículas Beta, fotones Gamma y Rayos X).

**Columna 13:** Muestra las dosis recibidas en el periodo de empleo del dosímetro a nivel de tejido superficial Hp (0.07).

**Columna 14:** Muestra la dosis a nivel de tejido superficial Hp (0.07) acumulada desde ingreso a la fecha.

**Columna 15:** Muestra la dosis a nivel de tejido superficial Hp (0.07) acumulada hasta la fecha del último año calendario.

**ND:** Dosímetro No Detectable o que su dosis es inferior al límite de cuantificación del método (0.01 mSv)

**NP:** Dosímetro no presentado para procesamiento y lecturas.

**DCNE:** Dosímetro de control no evaluable.

**DNL:** Dosímetro No legible. Esto ocurre cuando hay un abuso en el trato del dosímetro y se deteriora el cristal termoluminiscente que lo compone.

## ANEXO E. SOBRE EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

### DOSÍMETRO TLD.



El Dosímetro es un dispositivo que permite evaluar la cantidad de energía transferida por la radiación ionizante de los materiales radiactivos y Rayos X, dosis absorbida, en un individuo o en un ambiente particular

### Tipos De Dosímetros A Usar

- **Dosímetro UD-802:**

Dosímetro personal de torso, de uso común para la detección de partículas beta, rayos X y fotones gamma que contiene cuatro (4) cristales o elementos termoluminiscentes (TL), dos (2) de ellos compuestos de borato de litio ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) dopados con cobre (Cu) con filtros de 14 y 300 mg/cm<sup>2</sup> de plástico respectivamente; dos (2) de ellos de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) dopados con Tulio (Tm), uno encapsulado en 300 mg/cm<sup>2</sup> de plástico y otro encapsulado en 1000 mg/cm<sup>2</sup> de plástico más 0.7 mm de plomo (Pb).

- **Dosímetro UD – 807:**

Dosímetro de extremidades. Contiene un (1) un elemento TL, con borato de litio de diferente isotopía (  $\text{Li}_2\text{BO}_4$ ) dopado con cobre (Cu). Debe ser portado en un adminiculo en forma de anillo. Este dosímetro es útil para la detección de partículas

beta, rayos X y fotones gamma, y debe ser usado en complemento de un dosímetro UD – 802 para un completo análisis de dosis equivalente en un trabajador ocupacionalmente expuesto (TOE).

### ***Límites de medida dosimetría TLD y su margen de error***

<b>Característica de la medida</b>	<b>Valor</b>
Límite inferior de medida TLD	0.010 mSv
Límite Superior de medida TLD	10 Sv
Margen de error	10 %

### **Magnitudes dosimétricas Dosimetría Personal Ltda.,**

Al implementar lecturas dosimétricas TLD de torso o cuerpo entero (dosímetro referencia UD-802) en el servicio de vigilancia radiológica, tiene los siguientes datos-

### ***Magnitudes dosimétricas***

<b>Tipo Dosímetro</b>	<b>de</b>	<b>Magnitudes Dosimétricas</b>	<b>Tipo de Radiación</b>	<b>Rango de Dosis</b>	<b>Rango de Energía</b>
UD-802 entero.	cuerpo	Hp (10); Hp (3); Hp (0.07).	Fotones (RX-γ).	0.010 mSv – 10 Sv.	10 KeV – 10 MeV.
UD-802 entero.	cuerpo	Hp (10); Hp (3); Hp (0.07).	Beta ( 90Sr + 90Y – 204TI).	0.10 mSv – 10 Sv .	0.50 MeV – 4 MeV

Hp (10): estimación de la dosis en tejido

profundo.

Hp (3): Estima la dosis en cristalino. Hp (0.07): estimación de la dosis en tejido superficial.

### **SOBRE LA LECTURA Y LOS RESULTADOS:**

#### **SOBREPASÓ EL PROMEDIO DE DOSIS DEL PERIODO:**

Cuando la dosis del mes en tejido superficial Hp (0.07) es superior a 41.67 mSv, del bimestre es superior a 83.33 mSv y del trimestre es superior a 125 mSv.

## **SOBREPASÓ EL LÍMITE DE DOSIS ANUAL:**

Cuando la dosis anual es superior 500 mSv.

La Comisión Internacional de Protección Radiológica, CIPR; La Organización Mundial de la Salud, OMS; La Organización Internacional del Trabajo, OIT; de común acuerdo con otras organizaciones internacionales, recomiendan adoptar como LÍMITE

PROMEDIO ANUAL DE DOSIS EQUIVALENTE PARA PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A LAS RADIACIONES IONIZANTES PARA EL TEJIDO SUPERFICIAL, PIEL Y EXTREMIDADES DE: 500 mSv. Cuando la dosis reportada a una persona aparece con el valor de cero (0.00), indica que la dosis es menor de 0.01 mSv, que es el límite de cuantificación o LIMITE INFERIOR DE REGISTRO. Este valor significa que por debajo de esta dosis se debe considerar como nula para evaluar la dosis equivalente anual, desde el punto de vista de Protección Radiológica. Los **dosímetros de control, tienen por objeto la verificación de irradiaciones incidentales o accidentales durante el transporte y/o lugar de almacenamiento mientras es retornado para lectura.**

El estudio y control de la dosis de radiaciones ionizantes tiene como meta evitar la ocurrencia de efectos determinísticos, o sea, aquellos que se manifiestan en el individuo expuesto, tales como eritema en piel y mucosas, necrosis de tejidos, etc. Para estos existe un umbral por encima del cual la gravedad del efecto varía con la dosis; y limitar el riesgo de efectos estocásticos o probabilísticos a valores aceptables de tal manera que los riesgos por irradiación sean comparables a los riesgos ocupacionales existentes en actividades seguras. Es decir, los efectos estocásticos son aquellos en los que la probabilidad de que ocurra un efecto más que la gravedad, se considera como función de la dosis. No se conoce un límite a partir del cual estos efectos aparezcan. Los límites de dosis equivalente recomendados no deben considerarse como una línea entre SEGURIDAD y PELIGRO.

## **DEFINICIONES:**

**Dosis Equivalente:** Es la media del daño biológico causado por cualquier radiación en los mamíferos. Sus unidades son: El Sievert (Sv) y el rem.  $1 \text{ Sievert} = 100 \text{ rem}$ . La normativa del Sistema Internacional de Unidades (SI) estipula al Sievert y a todos sus múltiplos y submúltiplos como la medida estándar para el reporte de la dosis equivalente absorbida. Recordando que:  $1 \text{ Sievert} = 1000 \text{ miliSieverts (mSv)}$





